Aus der Abteilung für Zahnärztliche Prothetik I
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. E. Körber
des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Tübingen

Untersuchung über Zusammenhänge der Gelenkbewegung und den Frontzahnbeziehungen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
der Medizinischen Fakultät
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
Herbert Dieter
aus Bodelshausen

1984

Aus der Abteilung für Zahnärztliche Prothetik I
Ärztlicher Direktor: Professor Dr. E. Körber
des Zentrums für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
der Universität Tübingen

Untersuchung über Zusammenhänge der Gelenkbewegung und den Frontzahnbeziehungen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
der Medizinischen Fakultät
(Klinische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
Tübingen

vorgelegt von
Herbert Dieter
aus Bodelshausen

1984

Dekan:	Professor Dr. D. Plester
1. Berichterstatter:	Professor Dr. E. Körber
2. Berichterstatter:	Professor Dr. Dr. R. Schmelzle

REFO-DRUCK HANS VOGLER TÜBINGEN

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG

2. LITERATURÜBERSICHT

3. MATERIAL UND METHODE

3.1. Probanden

3.2. Registrierung der sagittalen Kondylenbahn und Bestimmung der geführten initialen Bennett'schen Lateralbewegung und der nicht geführten totalen Bennett-Bewegung.

3.3. Registrierung der retralen Kontaktposition und der Auswertung der Differenz zwischen retraler Kontaktposition und habitueller Interkuspidationsposition.

3.3.1. Herstellung eines Modells

3.3.2. Die schädelbezügliche Orientierung des Oberkiefers zur Frankfurter Horizontalen und das Zuordnen des Unterkiefermodells zum Oberkiefermodell

3.3.3. Auswertung der Registrierungen

3.4. Palatinalneigung der Oberkieferschneidezähne

3.5. Sagittale Stufe und vertikaler Überbiß

3.5.1. Sagittale Stufe

3.5.2. Vertikaler Überbiß

3.6. Modellanalyse

4. DARSTELLUNG DER ERGEBNISSE

4.1. Ergebnisse der Messungen mit dem temporomandibulären Relationssystem

4.1.1. Mittelwerte der Differenz zwischen retraler Kontaktposition und habitueller Interkuspidationsposition

4.2. Mittelwerte des vertikalen Überbisses und der sagittalen Stufe

4.3. Mittelwerte der induzierten Bennett-Bewegung

4.4. Mittelwerte der gesamten Bennett-Bewegung

4.5. Mittelwerte der Palatinalneigung der oberen mittleren Schneidezähne

4.6. Mittelwerte der sagittalen Kondylenbahnneigung

4.7. Mittelwerte der Differenz zwischen Palatinalneigung und der oberen mittleren Schneidezähne und sagittaler Kondylenbahnneigung

4.8. Ergebnisse der Modellanalyse

5. FAKTORENANALYSE

5.1. Vorbetrachtung

5.2. Art der Datenverarbeitung

5.3. Auswertung

5.4. Einzelergebnisse der Faktorenanalyse

5.5. Ergebnisse der Korrelation der Faktoren

6. DISKUSSION

7. ZUSAMMENFASSUNG

8. LITERATURVERZEICHNIS

9. ANHANG

1. EINLEITUNG UND PROBLEMSTELLUNG

Das orofaciale auch stomatognathe System unterscheidet sich zu anderen Organsystemen dadurch, daß es aus einer Vielzahl von Einzelorganen zusammengesetzt ist, wie Zähne, Zahnhalteapparat, Ober- und Unterkieferknochen, den beiden Kiefergelenken, der Kaumuskulatur, der Zunge, Wangen und den Speicheldrüsen. Die Orthofunktion des Systems kann nur dadurch gewährleistet sein, daß alle Einzelorgane in ihrer Anatomie und Funktion sinnvoll aufeinander abgestimmt sind. Die Steuerung erfolgt über das neuromuskuläre System des ZNS, wodurch ein dynamisches Gleichgewicht aufrechterhalten wird. Störungen in einem Organabschnitt führen zur Störung des Gesamtsystems, die zum Teil vom System kompensiert werden können. Sie können aber auch zu pathologischen Prozessen führen. Um den Grenzbereich zwischen physiologischem und pathologischem Zustand erfassen zu können, ist es notwendig, die Abstimmungsmechanismen zwischen den Einzelorganen zu kennen. So sind z. B. die Beziehungen zwischen der posterioren Führung (Gelenkführung) und der anterioren Führung (Zahnführung) bei Bewegungen des Unterkiefers noch nicht voll erkannt bzw. erforscht. Die Kenntnis über diese Zusammenhänge könnte aber dazu beitragen, daß bei prothetischen Rekonstruktionen diese physiologischen Beziehungen wiederhergestellt werden können. Aus diesem Grund stellt sich die vorliegende Arbeit die Aufgabe, beeinflussende Strukturen im Kauorgan zu erkennen und ihre Wechselbeziehungen herauszuarbeiten.

In der Wechselbeziehung zwischen posteriorer Führung und anteriorer Führung kommt der räumlichen Differenz von retraler Kontaktposition und habitueller Interkuspidation wahrscheinlich eine Schlüsselrolle zu. Die Entstehung und Größe dieser Differenz wird im Zusammenhang mit anderen orofacialen Gegebenheiten untersucht.

Insbesonders folgende Fragen sollen geklärt werden:
Besteht eine beeinflussende Beziehung zwischen der räumlichen Differenz von retraler Kontaktposition und habitueller Interkuspidation:

1. zur Neigung der sagittalen Kondylenbahn bei Protrusionsstellung?
2. zur Bennettbewegung bei Lateralbewegungen?
3. zur gedrückten Bennettbewegung (induzierten side-shift)?
4. zu anterioren Determinanten wie vertikalem Überbiß, sagittaler Frontzahnstufe und Palatinalneigung der oberen mittleren Schneidezähne?

2. LITERATURÜBERSICHT

In der folgenden Literaturübersicht sollen wichtige Zusammenhänge, die zwischen den einzelnen anatomischen Strukturen wie Gelenkführung und Zahnführung bestehen, diskutiert werden.

Schon 1930 stellte GYSI (14) einen strengen Zusammenhang zwischen Kiefergelenk, Schneidezahnführung und Höckerneigung fest. Seine Auffassung über diese Funktionsgemeinschaft von Kiefergelenk, Seitenzähnen und Incisiven verdeutlichte er in einer symbolischen Darstellung von vier ineinandergreifenden Zahnrädern.

Ähnlicher Auffassung war auch HANAU (16) mit seiner Hanau' schen Quint.
Sie sind Vertreter der klassischen Artikulationslehre.

Auf Grund von klinischen Betrachtungen und Messungen wurden sie von STEINHARDT (60), NEVAKARI (48), MAX MÜLLER (46) u. a. angezweifelt.

RAMFJORD (53) sprach 1971 den Unterschied zwischen der allgemeinen physiologischen normalen Okklusion und der idealen Okklusion an. Dabei wies er darauf hin, daß der wesentliche Schlüssel zur Herstellung einer idealen Okklusion darin liegt, die richtige "Centric Relation" zu bestimmen, d. h. mit beiden Kondylen in ihre oberste und rückwärtigste Position zu gelangen. Weiter hob er hervor, daß ein Gleiten von der "Centric Occlusion" in die "Centric Relation" an sich keinen pathologischen Befund darstellt. Mit "Freiheit in Zentrik" beschrieb er eine Unterkieferposition in maximaler Interkuspidation, die 0,3 mm bis 0,8 mm vor der "Centric Relation" liegt.

GERBER (10) sah 1971 ein günstiges Zusammenspiel von Zahnokklusion, Kiefergelenk und Kaumuskulatur vorwiegend abhängig von anatomisch-topographischen Beziehungen.

Er definierte: 1. die statisch-anatomische Norm

"Bei maximalem Kontakt natürlicher Zahnreihen und bei aufrechter Kopfhaltung stehen beide Kondylen im Zentrum der Gelenkgruben. Dabei muß zwischen den knöchernen Gelenkteilen genügend Raum für den Discus articularis und zwei intakte Knorpelschichten vorhanden sein. Ferner dürfen die Gewebe in und um den Gelenkraum bei maximalem Kontakt der Zahnreihen weder komprimiert noch auf Zug beansprucht werden."

2. die anatomisch-dynamische Norm

"Die Lage, die Form und die Neigungen der Gleitflächen in den Kiefergelenken sind auf die bewegungsführenden Formelemente der Okklusion abgestimmt. Die palatinalen Höcker der oberen Seitenzähne stehen und bewegen sich in den antagonistischen Kaufurchen wie Mikrokondylen in Mikrogelenkgruben (Kondylartheorie 1960 GERBER). Die Winkel der sagittalen Kondylenbahn und die Schneidezahnführung sind ebenfalls günstig aufeinander abgestimmt. Wenn die Schneidezahnführung steil ist, dann sollte auch die sagittale Kondylenbahn steil sein."

Für die neuromuskuläre Norm gilt entsprechendes.

KÖRBER,E. (30) sah 1971 die Führungselemente der Artikulation nicht nur im Gelenk, sondern auch im Kauflächenverlauf. Weiter wies er darauf hin, daß durch Veränderungen im Bewegungsmuster der Unterkieferbewegung die Bestimmung der zentralen Okklusion, aber auch der habituellen Okklusion beeinträchtigt wird und deshalb eine entsprechende Entspannungstherapie einzuleiten ist.

1981 (31) betonte er, daß die Zuordnung des Unterkiefers zum Oberkiefer in einer akzeptablen Lage viel wichtiger sei als das Auffinden einer exakten retralen Scharnierachse.

KÖRBER verwies auf die zentrale Stützstiftregistrierung (nach GERBER) als die beste Methode, durch die in der habituellen Interkuspidation die Mastikationszentrik erreicht werden kann.

KRÜGER, KUBEIN (34) fanden 1978, daß optimale okklusale Verhältnisse dann vorliegen, wenn retrale Kontaktposition und habituelle Interkuspidation übereinstimmen und wenn Front- und Kiefergelenkführung maximale Harmonie aufweisen, bei gleichzeitiger Disklusion der Zähne im Seitenzahnbereich bei Bewegung. In jedem Falle bedeutet für sie Verzicht auf palatinale Konkavität der oberen Frontzähne primär Verzicht auf vertikale Disklusion mit der Folge von Höckerkollisionen im Seitenzahnbereich, besonders bei verstärkter Bennettbewegung.

Im folgenden werden einige Arbeiten aufgeführt, die sich mit der Beziehung von retraler Kontaktposition zu habitueller Interkuspidation befaßten, dies im speziellen Zusammenhang mit der Kieferrelationsbestimmung.

1952 untersuchte POSSELT (50) 65 Probanden mit Hilfe der intraoralen Stützstiftmethode und fand eine Übereinstimmung der Interkuspidationsposition mit der retralen Kontaktposition bei 12 % und eine Differenz von durchschnittlich 1,25 mm in 88 % der Fälle.

INGERVALL (20) fand 1964 bei 65 Patienten unter Anwendung der Checkbißmethode keine Übereinstimmung der Interkuspidationsposition mit der retralen Kontaktposition, sondern eine durchschnittliche Differenz von 0,89 mm.

In einer weiteren Untersuchung (20) konnte er bei 33 Mädchen im Alter von 10 Jahren ebenfalls keine Übereinstimmung der beiden Positionen finden, aber eine durchschnittliche Differenz von 1,12 mm.

FRÖHLICH (8) stellte 1967 mittels der Stützstiftmethode bei 9 Probanden eine Übereinstimmung in 33 % der Fälle fest, bei 67 % lag die Differenz bei 1,24 mm.

Ebenfalls mit der intraoralen Stützstiftmethode untersuchte ZEIHER (67) 1971 20 Erwachsene, die in 20 % eine Übereinstimmung der beiden Positionen zeigten.

SAUER (54) veröffentlichte 1970 seine Untersuchungen, wobei er an einem Patientengut von 19 Erwachsenen einen Vergleich der Wachsbißmethode mit der intraoralen Stützstiftmethode vornahm. In 18 Fällen trat bei Anwendung beider Methoden keine Übereinstimmung der Unterkieferposition auf. Die mittlere Abweichung zwischen beiden Methoden betrug 0,67 mm.

JANKELSON (23) bestimmte 1973 die richtige Kondylenlage durch elektrische Stimulation der Kaumuskulatur. Er fand einen Unterschied zwischen retraler Kontaktposition und habitueller Interkuspidation von 0,5 mm bis 2,0 mm.

Zu ähnlichen Ergebnissen kamen HORN und VETTER (18) 1976 unter Anwendung der gleichen Registriermethoden wie Sauer. Sie fanden bei 21 Probanden mittels der Wachsbißmethode einen Unterschied zwischen habitueller Interkuspidation und retraler Kontaktposition von durchschnittlich 0,49 mm links und von durchschnittlich 0,59 mm rechts. Bei der Pfeilwinkelmethode zeigte sich links eine Differenz von durchschnittlich 0,36 mm und rechts von durchschnittlich 0,33 mm. Eine genaue Übereinstimmung beider Positionen war nicht festzustellen.

TRAGE (64) ermittelte 1977 mit der Stützstiftmethode an 74 Probanden eine Übereinstimmung von 15 %. Bei 85 % lag der Unterschiedsbetrag in einem Bereich von 0,25 mm bis 5,0 mm; eine Häufung trat bei 1,0 mm bis 1,5 mm auf.

Über die Größe des vertikalen und horizontalen Überbisses der Frontzähne und ihre wechselseitigen Beziehungen zu anderen, das stomatognathe System betreffende Faktoren, gibt es in der Literatur unterschiedliche Angaben.

So wird der vertikale Überbiß mit 1,5 mm bis 3,0 mm als ideal angesehen, ASCHER 1968 (1).

BRODERSON (5) sprach 1968 den Frontzähnen und der Frontzahnführung vier entscheidende und bestimmende Faktoren zu: Die Ästhetik, die Phonetik, die kondylären Grenzbewegungen und die Beziehung der Unterkieferfrontzähne zum Oberkiefer.

Die Frontzähne haben nach ihm vier Funktionen zu erfüllen:

1. Abbeißen
2. Sprachfunktion
3. Ästhetik
4. die Aufgabe, die hinteren Zähne zu schützen.

Ein tiefer Überbiß und ein kleiner Vorbiß bedingen eine größere palatinale Konkavität bei großer Bennettbewegung und flacher Gelenkbahnneigung.

Auch KAHN (25) war der Meinung, daß die Frontzähne eine Schutzfunktion für die Molaren bei exzentrischen Unterkieferbewegungen haben.

HEPBURN (7) fand 1969 einen vertikalen Überbiß von durchschnittlich 3,05 mm bei Erwachsenen im Alter von 20 bis 28 Jahren.

PHILIPPE (49) forderte 1974 eine solche Plazierung der Schneidezähne, die bei der Protrusionsbewegung zu einer Disklusion der Zahnreihen führt und keinen Molarenkontakt zuläßt.

SCHRAIDT-HOFFMANN (56) untersuchte 1975 33 Probanden mit eugnather Verzahnung und ermittelte einen Wert von 3,8 mm.

Überlegungen von SLAVICEK (59) für das Erreichen einer Harmonie zwischen Kondylenbahnneigung und der Frontzahnführung führten ihn 1976 zu dem Schluß, je flacher die Kondylenbahn und je steiler die Frontzahnführung, desto länger muß der Führungsweg in der Front sein, das heißt desto größer sollte der vertikale Überbiß sein. Anders gesagt, eine Verringerung des Überbisses könnte nur mit einer gleichzeitigen Abflachung der Frontzahnführung erreicht werden.

MOTSCH (45) äußerte sich 1978 zur Frontzahnführung:

"Um die Frontzähne gegen Traumatisierung zu schützen, müssen sie in der retrudierten Kontaktposition minimal außer Kontakt stehen."

Voraussetzung ist jedoch, daß der Unterkiefer dem Oberkiefer in der retrudierten Kontaktposition eindeutig zugeordnet ist.

KRÜGER, KUBEIN (37) erklärten 1978 zur Disharmonie zwischen einer idealen "Front- und Kiefergelenksruhepositionierung":

Wenn zwischen habitueller Interkuspidation und retraler Kontaktposition zum einen und habitueller Interkuspidation und einsetzender Frontführung zum anderen eine Differenz besteht, dann sind Bruxierfelder die Folge. Diese sind abzulehnen, weil bei funktionellem Geschehen durch diese Bruxierfelder die frontalen und artikulären Führungen weitgehenst ausgeschaltet sind.

KRÜGER und KUBEIN (38) kamen 1978 bei der funktionellen Betrachtung von sagittaler Stufe und vertikalem Überbiß zu der Überzeugung, daß es keinen Normüberbiß von circa 2 mm gibt, sondern dieser ein individueller oberflächen-morphologisch determinierter Faktor ist.

Und 1979 (33) stellten sie zur physiologischen Frontverzahnung fest:

"Die Konvexität der Unterkiefer-Inzisalkanten sollten möglichst in den Nullpunkt der palatinalen Konkavitäten der Oberkieferfront gelegt werden".

Zur Aufzeichnung und Berücksichtigung der individuellen Kondylenbahn und Bennettbewegung äußerten sich verschiedene Autoren.

So fand GYSI (14) 1930 Werte für die Neigung der Gelenkbahn zur Kauebene von 5 bis 50 Grad, die im Mittel bei 30 bis 35 Grad lagen. Es traten Unterschiede zwischen rechts und links auf, die bei 50 % der Fälle zwischen 0 und 4 Grad lagen und bei den restlichen 50 % eine Differenz von 5 bis 22 Grad hatten. Eine durchschnittliche Abweichung von 10 Grad gab er als Normwert an.

POSSELT und NEVSTEDT (51) untersuchten 1961 101 Erwachsene mit Hilfe der intraoralen Wachsbißmethode und fanden eine Kondylenbahnneigung von durchschnittlich 39,1 Grad rechts und durchschnittlich 40,4 Grad links. Dabei war die Frankfurter Horizontale die Bezugsebene.

In einer weiteren Untersuchung ermittelten POSSELT und SKYTTING (52) 1960 eine Kondylenbahnneigung von durchschnittlich 30,3 Grad bezogen auf die Okklusalebene.

Messungen der Kondylenbahnneigung zur Kauebene (nach GERBER) von SCHRAIDT-HOFFMANN (56) ergaben 1975 rechts Durchschnittswerte von 34,4 Grad und links 33,4 Grad zur Camper'schen Ebene.

Bei seinen kinesiologischen Untersuchungen ermittelte KOHNO (32) 1981 eine Kondylenbahnneigung mit einem Mittelwert von 37,8 Grad bezogen zur Kauebene.

Eine besonders problematische, aber funktionelle Beziehung besteht zwischen der Bennettbewegung der Kondylen und der Okklusion.

Unter einer Bennettbewegung versteht man das bei einer Lateralbewegung zusätzliche "Abdriften" (side-shift) des

Arbeitskondylus nach außen und damit des gesamten Unterkiefers.

Dies von BALKWILL (2) 1866 und später 1908 von BENNETT (3) beschriebene Phänomen konnte mit Hilfe verfeinerter Untersuchungsmethoden noch genauer beschrieben werden. Man stellte fest, daß der Arbeitskondylus sich auch nach dorsal, ventral, caudal oder cranial verschieben kann.

GUICHET (12) beschrieb 1966 anhand pantographischer Aufzeichnungen zwei Typen der Bennettbewegung: Eine initiale Bennettbewegung (Immediate-side-shift) als eine reine laterale Translationsbewegung der beiden Kondylen zu Beginn der Lateralbewegung ohne Rotation und eine integrierte Bennettbewegung (Progressive-side-shift) einer lateralen Translationsbewegung verbunden mit einer Rotation während der Lateralbewegung.

TUPAC (65) führte 1978 an 163 Erwachsenen im Alter von 32 bis 62 Jahren eine Studie durch, in der er unter verschiedenen Versuchsbedingungen ausgeführte Bennettbewegungen miteinander verglich. Er konnte feststellen, daß zwischen einer gedrückten und nicht gedrückten Bennettbewegung ein Unterschied besteht. Bei älteren Probanden fiel die gedrückte Seitwärtsbewegung um ca. 0,6 mm, bei jüngeren um durchschnittlich 0,27 mm größer gegenüber der nicht gedrückten aus.

Die Autoren KOECK (27) sowie KLEIN und SIEBERT (56) 1978 ermittelten bei Probanden im Alter von 12 bis 46 Jahren eine initiale Bennettbewegung von durchschnittlich 0,5 mm. Sie konnten sie jedoch nicht bei allen Untersuchten nachweisen.

KAHN (24) fand 1964 bei allen seinen Probanden eine körperliche Translation des Arbeitskondylus bei Bewegung zur Seite.

1973 vertraten LUNDEEN und WIRTH (44) die Meinung, daß die Größe der initialen Bennettbewegung des Laterotrusionskondylus der Bewegung des distobuccalen Höckers des unteren ersten Molaren derselben Seite nahezu gleich groß ist.

3. MATERIAL UND METHODE

3.1. Probanden

Die Untersuchung wurde an 74 Studenten im Alter von 20 bis 32 Jahren durchgeführt. Davon waren 24 (32,4 %) weiblichen und 50 (67,6 %) männlichen Geschlechts. Sie waren in der Regel voll bezahnt oder fehlende Zähne waren durch Brücken ersetzt.

Alle Probanden waren subjektiv beschwerdefrei und klagten über keine funktionelle Störungen des Kauorgans.

3. 2. Registrierung der sagittalen Kondylenbahn und Bestimmung der geführten initialen Bennett'schen Lateralbewegung und der nicht geführten totalen Bennettbewegung.

Die Aufzeichnungen und Messungen wurden mit dem von Lee (40,41) 1969 entwickelten und von Lundeen (43) 1979 vereinfachten System, des sogenannten Quickanalyzers (Panadent) durchgeführt.

Die Aufzeichnungen der Gelenkbahnneigung und die Messung der seitlichen Verschiebung des Unterkiefers erfolgten aus den gleichen Meßpunkten, den bestimmten terminalen Scharnierachspunkten, heraus. Der obere Registrierbogen trug die beiden Schreibplatten, auf die eine Millimetereinteilung aufgeklebt war und den individuell einstellbaren Referenzanzeiger. Dieser Bogen stützte sich am Hautnasion und über den Ohren ab und wurde mit einem Gummiband um den Kopf befestigt. (siehe Abb. 1 und 3)

Der untere Registrierbogen hatte verstellbare Seitenarme für die Achsstifte und Schreibstifte, die gleichzeitig als Meßstifte Verwendung fanden. Er wurde mit einem gestielten und einer Führung versehenen Plastiklöffel, welcher mit einem auswechselbaren Jig (vorgefertigt in drei Größen) bestückt war, an den Unterkieferzähnen verankert.

Die Verankerung erfolgte mit Gips (Xanthano), nachdem der Löffel vorher mit Boxing-Wachs ausgeblockt wurde. Dabei muß darauf geachtet werden, daß die Protrusionsbewegung interferenzfrei vom Probanden durchgeführt werden konnte und nur eine frontale Führung durch den Jig bestand. Nach der Lokalisation der Scharnierachspunkte mit den verstellbaren Seitenarmen gemäß der Arbeitsanleitung (Panadent Corporation 1975) wurden den Achsstiften die beiden Schreibstifte aufgesetzt und die Gelenkbahn aufgezeichnet.

Die Größe der induzierten Bennettbewegung wurde direkt am horizontal angebrachten Achsstift mit Hilfe eines Teflonringes gemessen. Um dieses Seitwärtsversetzen des Laterotrusionskondylus nach lateral bestimmen zu können, wurde vom Behandler auf der Mediotrusionsseite am Kieferwinkel mit der rechten Hand rechts und mit der linken Hand links ein mäßiger Druck auf die Kieferwinkel in Richtung des Laterotrusionskondylus ausgeübt. War eine Bennettbewegung, das heißt, Freiheit nach lateral im Laterotrusionskondylus möglich, so wurde der Achsarm der Mediotrusionsseite mitverschoben, und der Teflonring des Achsstiftes zeigte zum Seitenarm die entsprechende Größe der induzierten Bennettbewegung an. Diese werden metrisch erfaßt.(siehe Abb.2)

Der Betrag der nicht gedrückten, vom Probanden selbst ausgeführten Bennettbewegung bzw. Lateralbewegung wurde ebenfalls gemessen. Der Achsstift wanderte bei einer Linkslateralbewegung nach rechts außen, bzw. bei einer Rechtslateralbewegung nach links außen. Dieser Abstand wurde gleichfalls ausgewertet und als Total-side-shift (gesamte Bennettbewegung) des Arbeitskondylus bezeichnet.(siehe Abb. 4)

Die Werte für die Kondylenbahnneigung wurden nach dem Einzeichnen der Achsorbitalebene (g_1) auf einem speziellen Übertragungsständer mit einem Winkelmesser festgehalten. Dabei wurde durch den Schnittpunkt der Referenzebene mit der Kondylenbahn und einem zweiten Punkt im Abstand von 5 mm von diesem Schnittpunkt auf der Kondylenbahn eine Gerade (g_2) gelegt. Der Winkel zwischen Referenzebene (g_1) und der Geraden (g_2) wurde als Kondylenbahnneigung angesehen. (siehe Abb. 3)

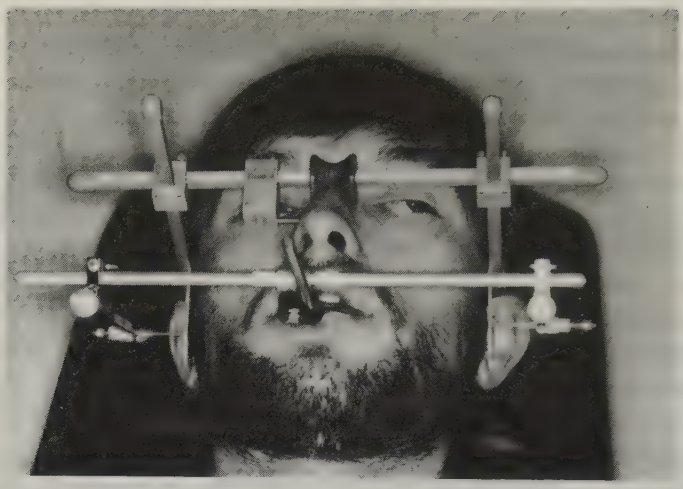

Abb. 1: Proband mit angelegtem Quick-Analyzer (Panadent)

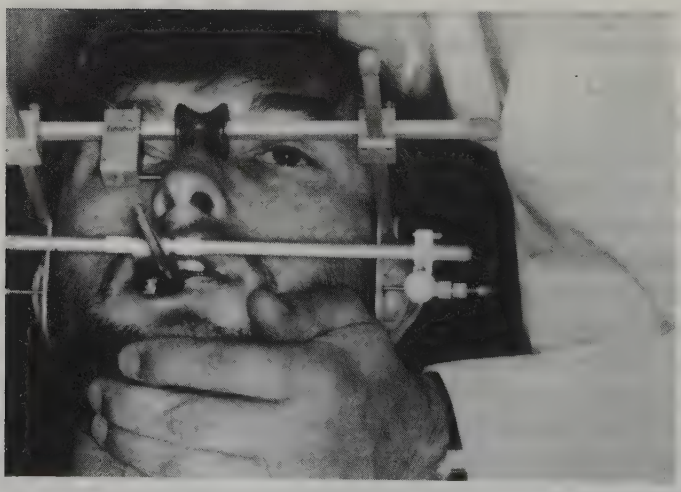

Abb. 2: Messung der induzierten side-shift links.

Abb. 3: Aufzeichnung der sagittalen Kondylenbahn am Ende der Retrusionsbewegung.

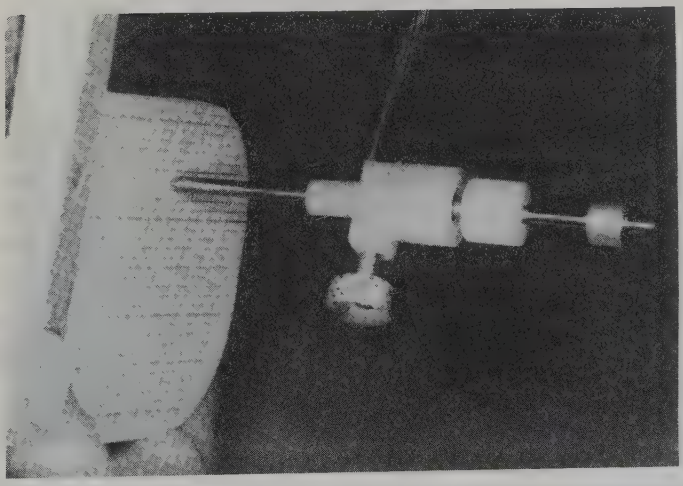

Abb. 4: Messung der gesamten Bennettbewegung rechts.

3.3. Registrierung der retralen Kontaktposition und Auswertung der Differenz zwischen retraler Kontaktposition und habitueller Interkuspidation

3.3.1. Herstellung der Modelle

Für die instrumentelle Gebißanalyse und die Bestimmung der IKP-RKP-Differenz werden Oberkiefer- und Unterkieferhartgipsmodelle nach Alginatabformung am Probanden vorgenommen. Der Ausguß der Negativform en erfolgte mit Superhartgips (Duroc) nach den Anweisungen des Herstellers. Das Oberkiefermodell wurde zusätzlich mit einem Split-cast versehen, um die zentrische Relation im Artikulator überprüfen zu können.

3.3.2. Die schädelbezügliche Orientierung des Oberkiefers zur Frankfurter Horizontalen und das Zuordnen des Unterkiefermodells zum Oberkiefermodell.

Die Übertragung des Oberkieferhartgipsmodells in den Artikulator erfolgte schädelbezüglich mit Hilfe des Whip-Mix-Schnellübertragungsbogens entsprechend den Instruktionen der Herstellerfirma (66).

Als Artikulator wurde der halbindividuelle Arcon-Articulator Whip-Mix (Modell 8800) verwendet. Die räumliche Zuordnung des Unterkiefers zu dem, im Artikulator befindlichen Oberkiefer erfolgte mit einem zentrischen Registrat in retraler Kontaktposition, wobei die mandibuläre Führung entsprechend der Griffhaltung nach DAWSON (55) vorgenommen wurde.

Es wurden jeweils drei Wachsregistrate am Probanden genommen, um nach Einartikulation des Unterkiefers die zentrische Relation mit Hilfe des Split-cast, in Anlehnung an LAURITZEN (39) überprüfen zu können.

Die IKP-RKP-Differenzen wurden noch am selben Tag ausgewertet, um durch ein Verziehen der Wachsregistrate während der Lagerungszeit Fehler zu vermeiden.

3.3.3. Bestimmung der IKP-RKP-Differenzen

Für die Lageveränderung des Unterkiefers und damit der Kiefergelenke von der retralen Kontaktposition in die habituelle Interkuspidationsposition kam das temporomandibuläre Relationssystem nach SCHÖTTL (55) zur Anwendung (TMR-System).

Das TMR-System ist ein Aufsatzgerät für den Whip-Mix-Artikulator. Das Meßgerät wird an der Stelle der Kondylargehäuse und Kondylen befestigt. Die Anwendung und Auswertung erfolgte nach den Angaben von SCHÖTTL (55). Zur Bestimmung der retralen Kontaktposition diente das zentrische Registrat, zur Bestimmung der habituellen Interkuspidation die natürliche Verzahnung. Beide Positionen wurden mit verschiedenfarbiger Folie markiert und in 0,25 mm-Schritten sowohl in der Sagittal-, Vertikal- und Horizontalebene ausgewertet. Bei Übereinstimmung der aufgezeichneten Punkte wurde ein Zusammenfallen beider Positionen angenommen.

Abb. 5: Unter- und Oberkiefermodell mit zentrischem Registrat im Artikulator.

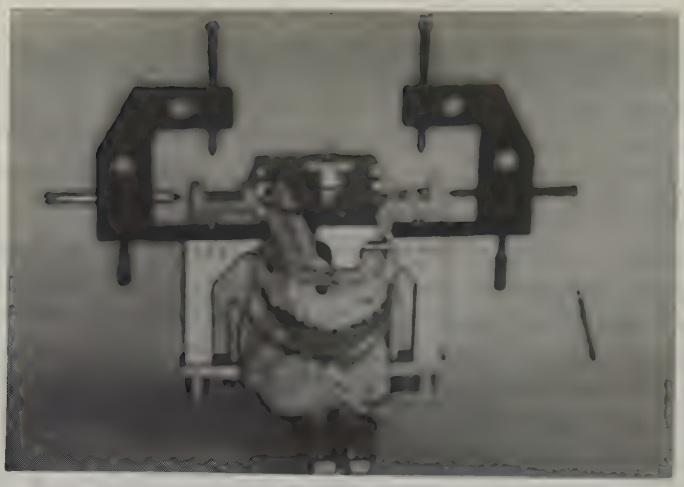

Abb. 6: Whip-Mix-Artikulator mit aufgeschraubtem temporomandibulärem Relationssystem (nach SCHÖTTL).

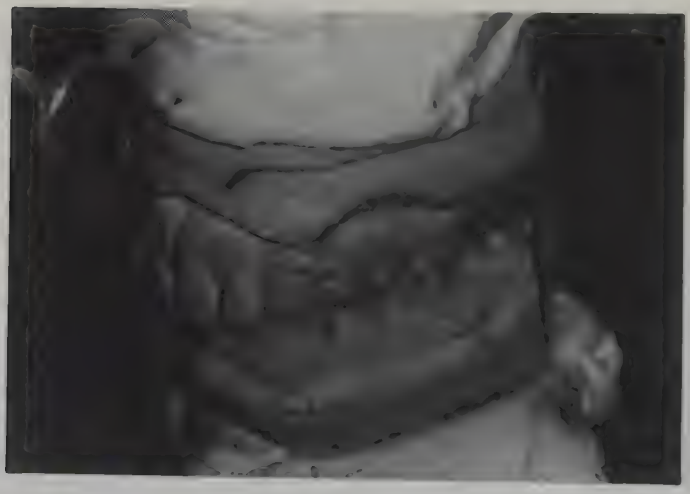

Abb. 7: Habituelle Interkuspidationsposition von Ober- und Unterkiefermodell.

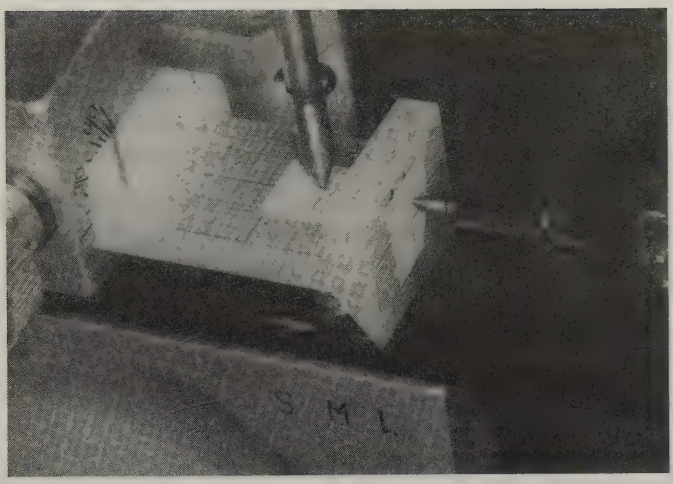

Abb. 8: Messung der räumlichen Differenz zwischen retraler Kontaktposition und habitueller Interkuspidationsposition mit dem temporomandibulären Relationssystem (nach SCHÖTTL).
In der Abbildung die retrale Kontaktposition.

3.4. Palatinalneigung der Oberkieferschneidezähne

Das Maß für den Schneidezahnführungswinkel sollte möglichst genau die Bahn wiedergeben, die die Inzisalkante der Unterkieferschneidezähne an den Palatinalflächen der Oberkieferschneidezähne bei einer Protrusionsbewegung beschreibt.

GYSI legte an die Palatinalfläche der Oberkieferschneidezähne den beweglichen Schenkel eines Winkelmessers an, während der andere Schenkel auf den Höckern der Oberkieferprämolaren auflag. Bei dieser Methode ist die gemessene Bezugsebene nicht mit der Frankfurter Horizontalen identisch und es werden die Werte durch das Tuberculum der Schneidezähne stark beeinflußt.

Um eine eindeutige Bezugsebene zu erhalten, wurde das zur Frankfurter Horizontalen einartikulierte Oberkiefermodell aus dem Artikulator herausgeschraubt und auf einem mit zwei Mikrometerschrauben versehenen Mikroskopierkreuztisch (Zeiss, Carl) befestigt. Die Befestigung erfolgte durch eine zusätzliche Justierplatte. Der Mikroskopiertisch einschließlich Oberkiefermodell wurde auf einem Parallelometer angeordnet, an dessen Führungsarm eine Tiefenmeßuhr angebracht war.

In Anlehnung an die Überlegungen von KUBEIN und KRÜGER (34) 1978 über die ideale Positionierung von Frontzähnen wurden folgende Meßpunkte an den Palatinalflächen der Oberkieferschneidezähne festgelegt:

1. Mitte der Schneidezahnkante und Übergang von Palatinalfläche in Inzisalkante,
2. Wendepunkt der palatinalen Konkavität in die palatinale Konvexität.

Mit Hilfe der Mikrometerschrauben des Mikroskopiertisches und der Tiefenmeßuhr konnte nun eine vertikale und horizontale Messung vorgenommen werden. Die Werte wurden auf 1/10 mm genau gemessen und nach $\tan \alpha = \frac{v}{h}$ auf ganze Grad auf- oder abgerundet.

Der Winkel ∠ wurde als Palatinalneigung, bzw als Frontzahnführungswinkel und damit als eine anteriore Führungsgröße angesehen (siehe Abb. 9, 10 und 11)

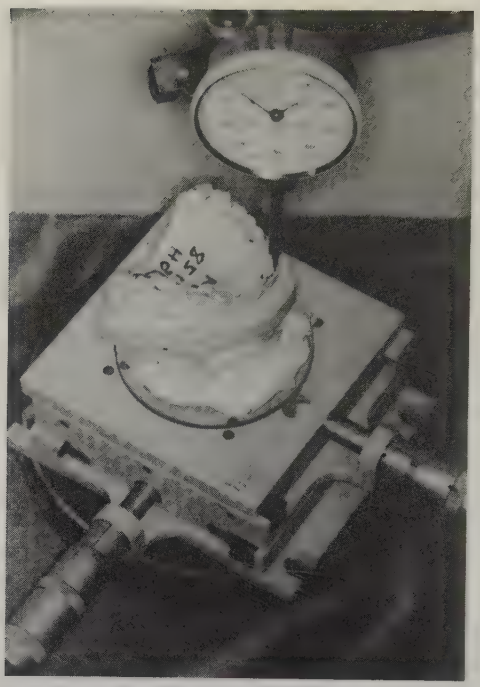

Abb. 9:

Meßvorrichtung der Palatinalneigung der Oberkieferschneidezähne.

Abb. 10: Meßpunkt 1: Mitte der Schneidezahnkante und Übergang von Palatinalfläche in Inzisalkante.

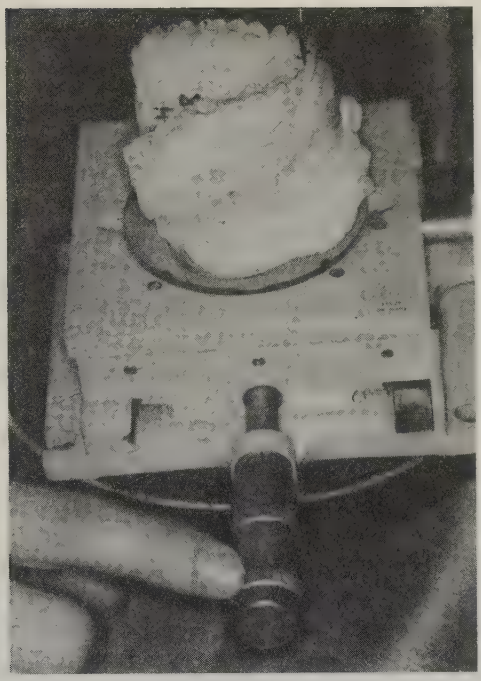

ABB. 11: Meßpunkt 2: Wendepunkt der palatinalen Konkavität in die palatinale Konvexität.

3.5. Sagittale Stufe und vertikaler Überbiß

Die sagittale Stufe und der vertikale Überbiß verkörpern die wichtigen okklusalen Größen in der Front. Ihnen kommen durch ihre vielfältigen Beziehungen zu anderen Größen eine besondere Bedeutung zu. Dies wird schon daraus ersichtlich, daß man die Beziehung Unterkiefer- zu Oberkieferfront unter dem Aspekt der progenen Verzahnung, der echten Progenie, der Prognathie, der Kopfbißstellung, dem offenen Biß und der eugnathen Verzahnung betrachtet. Diese beiden Größen wurden nach den in der Kieferorthopädie bekannten Methoden bestimmt.

3.5.1. Sagittale Stufe

Parallel zur gedachten Okklusionsebene in der Höhe der Inzisalkante der Oberkieferschneidezähne 11 und 21 wurde eine Ebene gelegt. In der maximalen Interkuspidation wurde auf dieser Ebene der kleinste Abstand zwischen der Labialfläche der unteren mittleren Schneidezähne und der Labialfläche der oberen Schneidezähne gemessen (SCHMUTH 1968) (siehe Seite 21 Zeichnung 1).

Als Meßinstrument wurde das orthodontische Kreuz nach Prof. Dr. Dr. KORKHAUS verwendet. Diese Meßscheibe enthält eine Millimetereinteilung, die eine Auswertung in 0,5 mm-Schritten möglich machte.

3.5.2. Vertikaler Überbiß

In der maximalen Interkuspidation wurde in Höhe der Inzisalkante der mittleren Oberkieferschneidezähne eine Ebene parallel zur gedachten Okklusionsebene gelegt. Diese wurde mit einem feinen Bleistift auf die Labialfläche der Unterkieferschneidezähne übertragen.

Die größte Strecke senkrecht zur Okklusalebene zwischen Unterkieferinzisalkante und Bleistiftstrich wurde mit einem

Zirkel abgegriffen und als vertikaler Überbiß gewertet. Die Ablesegenauigkeit betrug 0,5 mm.

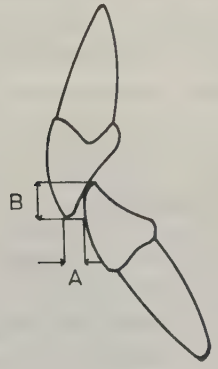

ABB. 12 A SAGITTALE STUFE
B VERTIKALER ÜBERBISS

3.6. Modellanalyse

Am okkludierenden Modell wurde überprüft, inwieweit die Unterkieferinzisalkante mit der Nullinie der Oberkieferzähne übereinstimmen. Die Auswertung erfolgte nach den Merkmalen: Nullinie des Oberkiefers von den Unterkieferinzisalkanten erreicht, nicht erreicht oder überschritten. Zusätzlich wurde im Artikulator eine reine Protrusionsbewegung durchgeführt. Dabei wurde der Bennettwinkel auf Null eingestellt und die individuellen Werte der Kondylenbahnneigung auf den Artikulator übertragen. Somit war es möglich, die Führungsspuren im Artikulator mit Okklusionsfolie zu markieren und eine Gruppenauswertung mit gleichmäßiger, einseitiger oder keiner Frontführung vorzunehmen. Von einer einseitigen Führung rechts wurde dann gesprochen, wenn vorwiegend die rechte Oberkieferfront bei der Protrusionsbewegung im Artikulator gekennzeichnet war und umgekehrt.

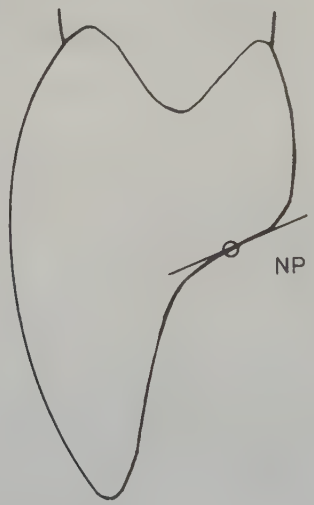

Abb. 13: Nullpunkt (NP) = Wendepunkt von palatinaler Konkavität in Konvexität
Nullinie = Verbindungslinie aller möglichen Nullpunkte in der Horizontalen

4. DARSTELLUNG DER ERGEBNISSE

Zunächst wurde aus den Meßwerten für jede Größe Mittelwert, Standardabweichung und Varianz berechnet und mit den Normwerten, soweit solche vorhanden waren, verglichen.

4.1. Ergebnisse der Messungen mit dem temporo-mandibulären Relationssystem.

Nach der in 3.3.3. beschriebenen Methode wurde bei jedem Probanden für beide Kondylen der Abstand zwischen retraler Kontaktposition und habitueller Interkuspidation bestimmt.

In sechs Fällen (8,1 %) fand sich eine Übereinstimmung beider Positionen, das heißt, diese Probanden konnten ihren Unterkiefer aus ihrer maximalen Interkuspidationsstellung nicht weiter nach dorsal zurückführen.

Bei einem Probanden lag die habituelle Interkuspidation symmetrisch hinter der retralen Kontaktposition, während bei sieben Probanden die habituelle Interkuspidation einseitig hinter der retralen Kontaktposition gefunden wurde. Vier von ihnen zeigten diese Abweichung auf der linken, drei auf der rechten Seite.

Dagegen lag bei 60 Probanden die retrale Kontaktposition dorsal der habituellen Interkuspidation. Davon konnte in 22 Fällen noch zusätzlich eine linkslaterale und in sechs Fällen eine rechtslaterale Abweichung im Kiefergelenk nachgewiesen werden.

Vergleicht man die Ergebnisse anderer Autoren über die Übereinstimmung der retralen Kontaktposition mit der habituellen Interkuspidationsposition, so finden wir Angaben zwischen 0 und 33 %. Es geben an:

Autor	Probandenzahl		Übereinstimmung (%)
POSSELT (1952)	65	Stützstift	12
INGERVALL (1964)	65,33	Checkbiß	0
FRÖHLICH (1967)	9	Stützstift	33
ZEIHER (1971)	20	Stützstift	20
TRAGE (1977)	74	Stützstift	15
MÜLLER (1982)	94	Checkbiß	7,4

4.1.1. Differenz zwischen retraler Kontaktposition und habitueller Interkuspidationsposition.

Die Mittelwerte ($\bar{x}$) und Standardabweichungen (S), sowie die minimalen und maximalen Werte sind aus folgender Aufstellung ersichtlich.

n = 74	sagittal	vertikal	horizontal	medial	lateral
rechts					
min.	-0,5	-1,7	-0,5	0	0
max.	+2,75	+1	+2,5	+0,75	+1
$\bar{x}$	+0,45	-1,19	+0,43	+0,1	+0,03
S	+0,53	+0,57	+0,51	+0,18	+0,14
links					
min.	-1	-3	-0,75	0	0
max.	+1,5	+0,75	+1,5	1	+0,5
$\bar{x}$	+0,39	-0,3	+0,36	+0,03	+0,1
S	+0,48	+0,57	+0,43	+0,14	+0,16

(mm)

Tab. 1: Die ermittelten Werte schwanken zwischen -1,7 und +2,75 mm in sagittaler, vertikaler und horizontaler Richtung bei großer Standardabweichung. Die transversale Versetzung ist demgegenüber geringer.

Die in der Literatur, sowohl über die Wachsbißmethode als auch über die Stützstiftregistrierung angegebenen Werte liegen über den von uns, mit Wachsregistraten gemessenen Mittelwerten von 0,45 mm rechts und 0,39 mm links.

4.2. Mittelwerte des vertikalen Überbisses und der sagittalen Stufe

vertikaler Überbiß n = 74

	rechts	links
Mittelwert $\bar{x}$	2,98 mm	2,94 mm
Varianz S^2	3,13 mm²	3,02 mm²
Standardabweichung S	1,77 mm	1,74 mm

Tab. 2

Der vertikale Überbiß lag rechts im Schnitt bei 2,98 mm und links bei 2,94 mm mit einer großen Streuung auf beiden Seiten.

sagittale Stufe n = 74

	rechts	links
Mittelwert $\bar{x}$	3,01 mm	2,99 mm
Varianz S^2	2,69 mm²	2,05 mm²
Standardabweichung S	1,64 mm	1,43 mm

Tab. 3

Die sagittale Stufe betrug rechts 3,01 mm, links 2,99 mm mit einer Standardabweichung rechts von 1,64 mm und links von 1,43 mm.
Diese Werte übersteigen diejenigen in der Literatur, die durchschnittlich 2 mm für Überbiß und sagittale Stufe benennt. Jedoch gibt es auch Angaben, die unsere ermittelten Werte als realistisch erscheinen lassen , 1969 HEPBURN (17), 1968 ASHER (1).

4.3. Mittelwerte der induzierten Bennettbewegung

n = 74	rechts	links
Mittelwert $\bar{x}$	1,11 mm	1,25 mm
Varianz S^2	0,25 mm²	0,30 mm²
Standardabweichung S	0,50 mm	0,54 mm
Min.-Wert	0 mm	0,50 mm
Max.-Wert	2,5 mm	2,5 mm

Tab. 4

Die induzierte Bennettbewegung betrug durchschnittlich rechts 1,11 mm mit einer Streuung von 0 - 2,5 mm; links lag sie bei 1,25 mm mit einer Streuung von 0,5 - 2,5 mm. Vergleicht man diese Werte mit denen von KOECK (28), SIEBERT (58), KLEIN (26) u. a., so sind sie nur scheinbar größer. Denn es handelt sich hier um eine induzierte Bennettbewegung, die laut TRAGE (65) zu größeren Werten (0,26 mm bzw 0,6 mm) führt als die nicht gedrückte initiale Bennettbewegung. Sie ist eine laterale Translationsbewegung beider Kondylen zu Beginn der Laterotrusion ohne Rotationsbewegung. Bei der induzierten Bennettbewegung muß noch eine Verbiegung der Unterkieferspange einbezogen werden, auf die schon KLEIN (26) hingewiesen hat.

4.4. Mittelwerte der gesamten Bennettbewegung (Total-side-shift)

n = 74	rechts	links
Mittelwert $\bar{x}$	1,22 mm	1,10 mm
Varianz S^2	0,46 mm²	0,55 mm²
Standardabweichung S	0,68 mm	0,74 mm
Minimal-Wert	0,25 mm	0,25 mm
Maximal-Wert	3,50 mm	3,50 mm

Tab. 5

Die Mittelwerte der gesamten Bennettbewegung auf der Laterotrusionsseite lagen rechts bei 1,22 mm und links bei 1,10 mm, wobei die Schwankungen auf beiden Seiten zwischen 0,25 mm und 3,5 mm lagen.

Wie zu erwarten war, sind die Werte für die gesamte Bennettbewegung größer als für die initiale Bennettbewegung, da der Arbeitskondylus nicht nur eine Translationsbewegung, sondern auch eine Rotationsbewegung durchführt. Zusaätzlich tritt eine Verzeichnung auf, die verursacht wird durch die parallel zur Sagittalebene verlaufenden Platten des Aufzeichnungsgerätes.

4.5. Mittelwerte der Palatinalneigung der oberen mittleren Schneidezähne

n = 74	rechts	links
Mittelwert $\bar{x}$	68,45°	66,81°
Varianz S^2	119,49°²	127,23°²
Standardabweichung S	10,93°	11,28°
Minimal-Wert	34,00°	27,00°
Maximal-Wert	82,00°	82,00°

Tab. 6 (Winkelangabe in dezimal geteilten Winkeln)
Die Palatinalneigung der oberen mittleren Schneidezähne lag rechts zwischen 35° und 82° mit einem Mittelwert von 68,45°. Links ergaben sich Werte zwischen 27° und 82° mit einem Mittelwert von 66,81°.

Schon GYSI (14) fand 1930 bei bezahnten Probanden einen Neigungswinkel zwischen Palatinalfläche der oberen mittleren Schneidezähne und der Okklusionsebene von 50 bis 80 Grad. Er sagte: "je flacher oberer und unterer Alveolarrand sind, desto weniger tief und weniger steil darf auch der Überbiß der Schneidezähne sein. Auf jeden Fall vermeidet man an ganzen Prothesen einen natürlichen 50 bis 80 Grad steilen Überbiß".

4.6. Mittelwerte der sagittalen Kondylenbahnneigung (Bezugsebene Frankfurter Horizontale)

n = 74	rechts	links
Mittelwert $\bar{x}$	50,54°	50,15°
Varianz S^2	62,73°²	65,18°²
Standardabweichung S	7,92°	8,07°
Minimal-Wert	33,00°	28,00°
Maximal-Wert	69,00°	68,00°

Tab. 7 (Winkelangabe in dezimal geteilten Winkeln)

Die sagittale Kondylenbahnneigung lag rechts im Mittel bei 50,54° mit einer Streuung von 33° bis 69°; links waren es durchschnittlich 50,15° mit Schwankungen zwischen 28° und 68°.

Die Werte der sagittalen Kondylenbahnneigung von 50,54° rechts und 50,15° links ähneln denen von GYSI (14) 1930 und anderen Autoren angegebenen Werten, wenn wir berücksichtigen, daß die Neigung der Kauebene zur Frankfurter Horizontalen durchschnittlich 10° bis 15° beträgt. GYSI gab eine an zahnlosen Patienten gemessene Neigung der Gelenkbahn zur Kauebene von 5° bis 50°, im Mittel 30° bis 35° an. Seine Beobachtungen, daß bei 50% der Messungen die Differenz zwischen rechter und linker Kondylenbahnneigung zwischen 0° und 4° und bei 50% zwischen 5° und 22°, im Durchschnitt 10° betrug, können wir bestätigen. Unsere Messungen wurden an bezahnten jüngeren Patienten durchgeführt. Es fand sich bei 47,3% der Meessungen eine Differenz zwischen 0° und 4° und bei 52% eine Differenz zwischen 5° und 25°, im Durchschnitt 9,8°.

Autor	Bezugsebene	Neigungswinkel (in Grad)
POSSELT und NEVSTEDT (1961)	Frankfurter H.	39,1 re.; 40,4 li
POSSELT und SKYTTING (1961)	Kauebene	30,3
SCHRAIDT-HOFFMANN (1981)	Camper'sche E.	34,4 re.; 33,4 li
KOHNO (1981)	Kauebene	37,8
GYSI (1930)	Kauebene	30,0 - 35,0
WALKER (1930)	Kauebene	33,0

4.7. Mittelwert der Differenz zwischen Palatinalneigung der oberen mittleren Schneidezähne und sagittaler Kondylenbahnneigung

n = 74	rechts	links
Mittelwert $\bar{x}$	17,89°	16,66°
Varianz S^2	145,66°²	158,87°²
Standardabweichung S	12,07°	12,60°
Minimal-Wert	-12,00°	-14,00°
Maximal-Wert	46,00°	50,00°

Tab. 8 (Winkelangabe in dezimal geteilten Winkeln)

Die Differenz zwischen der Palatinalneigung der oberen mittleren Schneidezähne und der sagittalen Kondylenbahnneigung betrug rechts 17,89° mit einer Streuung von -12° bis 46°. Links ergab sich ein Mittelwert von 16,66° mit Abweichungen von -14° bis 50°.

Somit war die Palatinalneigung des Zahnes 11 durchschnittlich um 17,89° steiler und die Palatinalneigung des Zahnes 21 um 16,66° steiler als die entsprechende sagittale Gelenk-

bahnneigung. Vergleichen wir die minimalen Werte der Palatinalneigung mit denen der sagittalen Kondylenbahnneigung und entsprechend die maximalen Werte untereinander, so kann man feststellen, daß die Differenz von Palatinalneigung und Kondylenbahn zwischen -1° und 13° liegt. Zu ähnlichen Ergebnissen kam KOHNO (32) 1981 und erhob die Forderung, bei prothetischen Versorgungen an physiologisch gesunden Personen die Winkelneigung der Schneidezahnführung entweder gleich der Neigung der Kondylenbahn oder bis zu 20° steiler einzustellen.

4.8. Ergebnisse der Modellanalyse

Nach der in Kapitel 3.6. beschriebenen Methode wurde am okkludierenden Modell überprüft, inwieweit die Unterkieferinzisalkante mit der Nullinie im Oberkiefer übereinstimmen. In 11 Fällen (14,86%) wurde die Nullinie im Oberkiefer überschritten, in 44 Fällen (54,45%) wurde sie erreicht und in 19 Fällen (25,67%) wurde sie nicht erreicht. Unter den sechs Probanden, die eine Übereinstimmung der retralen Kontaktposition mit der habituellen Interkuspidation aufwiesen, wurde die Nullinie im Oberkiefer bei vier Probanden erreicht, bei zwei nicht erreicht und bei keinem überschritten.

Die Auswertung der Führungsspuren im Artikulator ergab:

n = 74	Anzahl	Prozent
einseitige Führung rechts	21	28,37%
einseitige Führung links	15	20,27%
gleichmäßige Führung	32	43,24%
keine Führung	6	8,10%

Tab. 9

Eine einseitige Führung rechts bestand bei 21, links bei 15 der Probanden. Eine gleichmäßige Führung lag 32 mal vor, keine Führung hatten 6 der Probanden.

Die sechs Probanden mit Übereinstimmung der retralen Kontaktposition mit der habituellen Interkuspidation zeigten zu 50% eine gleichmäßige Führung, ui 33,3% eine einseitige Führung links und zu 16,6% eine einseitige Führung rechts.

Legende zu Tab. 10:

Gesamtübersicht über die in der Arbeit gemessenen Variablen.
Die Palatinalneigung der Frontzähne ist im Druchschnitt 17° steiler als die Kondylenbahnneigung.
Die Werte vertikaler Überbiß, sagittale Stufe, induzierte und gesamte Bennettbewegung entsprechen den Angaben in der Literatur.

Tabelle (10): Gesamtübersicht

n = 74		HCN Grad°	PN Grad°	Differenz PN/HCN Grad°	vert. Überbiß mm	Oj mm	iSS mm	TSS mm
	Bereich	33-69°	34-82°	-12-46°	-4-8 mm	0-9	0-2,5	0,25-3,5
rechts	$\bar{X}$	50,54	68,45	17,89	2,98	3,00	1,11	1,22
	S	7,92	10,93	12,07	1,77	1,64	0,25	0,68
	Bereich	28-68	27-82	-14-50	-4,5-7	0-7	0,5-2,5	0,25-3,5
links	$\bar{X}$	50,15	66,81	16,66	2,94	2,99	1,25	1,1
	S	8,07	11,28	12,60	1,74	1,43	0,29	0,74

Abkürzungen:

Kondylenbahnneigung = HCN
Palatinalneigung = PN
sagittale Stufe = Oj
induzierte Bennett-bewegung = iSS
gesamte Bennettbe-wegung = TSS

5. FAKTORENANALYSE

5.1. Vorbetrachtung

Die Faktorenanalyse ist eine wissenschaftliche Methode, die versucht hinter die Kulissen dessen zu schauen, was man direkt messen kann, um die eigentlichen funktionell zugrundeliegenden Größen zu ermitteln. Das Hauptziel der Faktorenanalyse ist die Ableitung von Faktoren aus einer Menge beobachteter Variablen. Unter einem Faktor versteht man eine bestimmende Größe, die mathematisch-statistisch errechnet wird und mehrere Variablen einer Grundgesamtheit in ihrer Wertigkeit determiniert. Somit können funktionelle Zusammenhänge durch einen Faktor erhellt und beschrieben werden. Gehen wir davon aus, daß mehrere gemessene Variablen sehr eng zusammenhängen und miteinander stark korrelieren, dann besagen sie weitgehend dasselbe, so daß sie sich wechselseitig bestimmen. Es kann aber auch sein, daß eine dritte Größe, die man nicht direkt messen kann, sich in ihnen ausprägt. Man möchte deshalb wissen, ob sich aus den Variablen, die man beobachtet hat ein Faktor isolieren läßt, der die beobachteten Zusammenhänge erklärt. Dabei handelt es sich um eine mathematische Größe, die aus den Beobachtungen abgeleitet wird. Die Faktorenanalyse ist somit eine ordnende und hypothesenbildende Methode. Die zu ermittelnden Größen bzw.Faktoren sollten hinsichtlich ihrer Zahl möglichst klein und hinsichtlich ihres strukturellen Aufbaus und Zusammenhanges möglichst einfach sein. Die Beziehung zwischen zwei Variablen wird druch den sogenannten Korrelationskoeffizient ausgedrückt. Dieser kann Werte zwischen -1 und +1 annehmen. Keine lineare Beziehung besteht, wenn der Korrelationskoeffizient den Wert 0 erreicht. Je mehr sich der Korrelationskoeffzient den Werten +1 und -1 nähert, desto enger ist die Beziehung zwischen den Variablen. Entsprechendes gilt für die Korrelationskoeffizienten der Faktoren. Die vorhandenen Korrelationskoeffizienten zwischen den beobachteten Variablen werden in einer Korrelationsmatrix angeord-

net. Diese enthält somit Informationen über das Zueinander der Variablen einschließlich der störenden Einflüsse (z. B. Heterogenität des Materials). Die Analyse der Matrix ergibt die Faktoren, die bestimmte Beziehungen zu den Variablen aufweisen.

5.2. Art der Datenverarbeitung

Die Patientendaten wurden, nach Umwandlung in Alternativdaten, einer Faktorenanalyse unterzogen. Als Grenze zwischen den beiden Alternativen diente der Median. Die Datenmatrix wurde normalisiert und aus ihr die Korrelationsmatrix errechnet. Nach der Hauptkomponentenmethode wurden aus ihr die Faktoren extrahiert. Als Entscheidungshilfe, wieviel Faktoren der Rotation unterworfen wurden, diente der Scree-Test. Die Faktoren wurden dann schiefwinklig zur Einfachstruktur rotiert und anschließend interpretiert.

5.3. Auswertung

Die graphische Darstellung stellt den prozentualen Anteil der zehn extrahierten Faktoren aus der ursprünglichen Korrelationsmatrix dar.

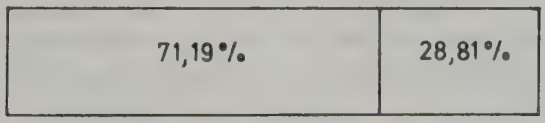

Abb. 14

Das heißt, die 10 Faktoren sind mit 71,19% an der ursprünglichen Korrelationsmatrix beteiligt und nur dieser Anteil kam zur Rotation. Die Werte der Restfaktoren (28,81%) wurden nicht mehr weiter verarbeitet.

Da die Summe der Quadrate aller Ladungen einer Variablen

$$s_i^2 = 1 = 100\ \%$$

ist, erhält man durch die Bildung der Differenz der Summe der Quadrate aller Ladungen

$$u_i^2 = 1 - h_i^2$$

die Einzelvarianz der Variablen. Dies ist der Varianzanteil, der dem Quadrat der Ladung des zugehörigen Einzelrestfaktors entspricht. Damit kann ausgedrückt werden, wie stark die einzelnen Variablen in den 10 Faktoren nicht enthalten sind. Die Kommunalität h_i^2 ist die Summe der Quadrate der gemeinsamen Faktoren. Die Kommunalität repräsentiert den Teil der Einheitsvarianz einer Variablen, der mit den gemeinsamen Faktoren geteilt wird. Damit kann ausgedrückt werden, wie stark die einzelnen Variablen in den 10 Faktoren enthalten sind. (Siehe Abb. 15)

In der Abb. 16 wird die Kommunalität h_i^2 der Faktoren aufgezeichnet, die nicht rotiert wurden. Ein hoher h_i^2 - Anteil bedeutet, daß diese Variablen durch die nicht berücksichtigten Faktoren besonders hoch aufgeladen wurden. Bei einer zehnfach höheren Probandenzahl wäre eine Aussagekraft dieser Variablen möglich gewesen.

Allgemein gilt: Eine geringe Prozentzahl der Kommunalität einer Variablen bedeutet eine geringfügige Abhängigkeit von anderen Variablen.

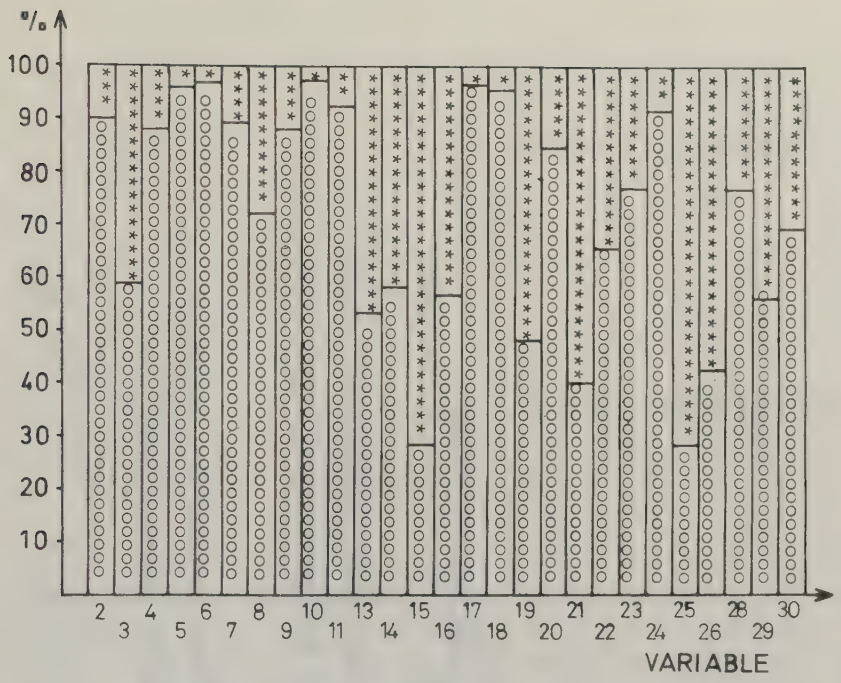

ABB.15: ⊡ PROZENTUALER ANTEIL DER VARIABLEN, DIE IN DEN 10 FAKTOREN ENTHALTEN SIND.

⊡ PROZENTUALER ANTEIL DER VARIABLEN, DIE IN DEN 10 FAKTOREN NICHT ENTHALTEN SIND.

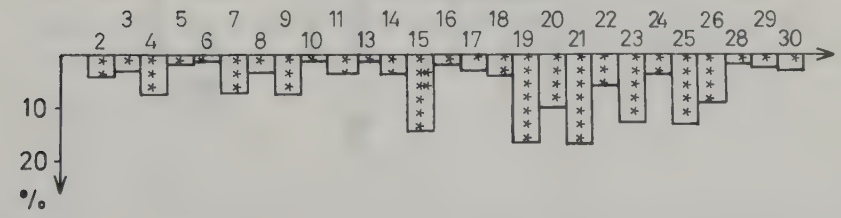

ABB. 16: PROZENTUALER ANTEIL DER VARIABLEN, DIE IN DEN NICHT ROTIERTEN FAKTOREN ENTHALTEN SIND.

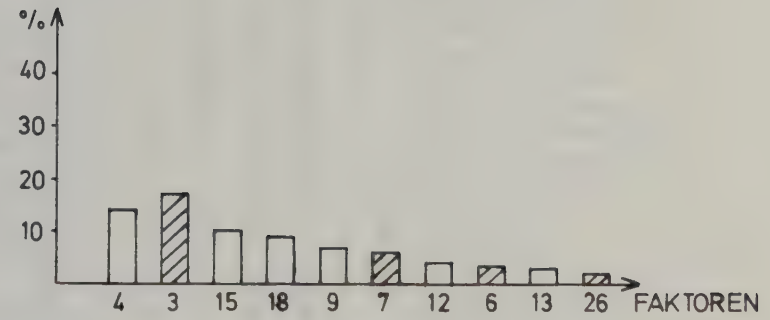

ABB.17: PROZENTUALER ANTEIL DER EINZELNEN FAKTOREN AUS DER AUSGANGSKORRELATIONSMATRIX

▨ DIE SCHRAFFIERT GEKENNZEICHNETEN FAKTOREN WEISEN UNTEREINANDER KORRELATIONEN AUF

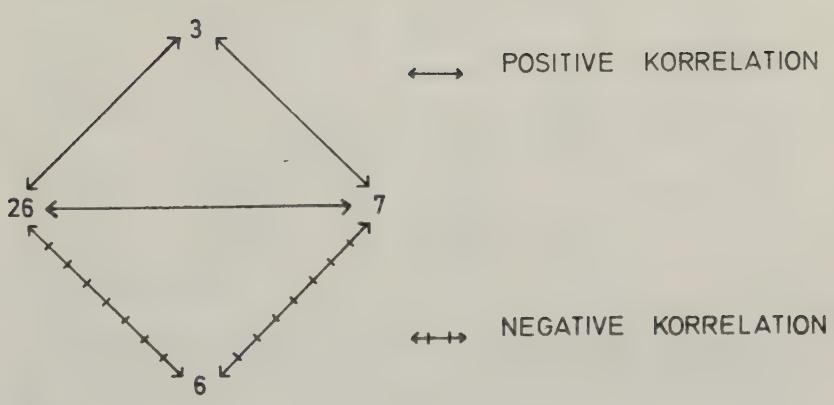

Abb. 18

Darstellung der Korrelationen unter den extrahierten Faktoren

Die Faktoren 3, 7 und 26 stehen in positiver Korrelation zueinander. Der Faktor 6 zu den Faktoren 7 und 26 in negativer Korrelation. Daraus folgt, daß die Faktoren 3, 7 und 26 als gelenbestimmende Faktoren den Faktor 6, der die anteriore Führungsgröße bestimmt entgegengerichtet sind (siehe S. 48).
Der Faktor 3 ist in der Korrelationsmatrix mit 11%, der Faktor 7 mit 6%, der Faktor 6 mit 4% und der Faktor 26 mit 2% enthalten. (siehe S. 69 im Anhang)

Für die Erstellung eines Faktorenmusters wurden die Faktorenladungen willkürlich nach folgenden Gesichtspunkten eingeteilt:

Eine Faktorenladung	unter	0,2	wird mit	-
	bis	0,4	mit	o
	bis	0,0	mit	+
	größer	0,6	mit	++

gekennzeichnet.

Alle Faktorenladungen unter 0,2 werden vernachlässigt. Somit erhalten wir nachfolgendes Faktorenmuster.

Faktorenmuster

Faktoren	4	3	15	18	9	7	12	6	13	26
Variablen										
sag re 2	-	-	-	-	o	+	-	-	+	-
vert re 3	-	o	-	o	-	+	o	-	-	+
hor re 4	-	-	-	-	o	+	-	-	++	-
med re 5	-	+	-	++	-	-	-	-	-	-
la re 6	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-
sag li 7	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
vert li 8	-	+	+	o	-	-	o	-	o	-
hor li 9	-	-	-	-	-	++	-	-	-	-
med li 10	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-
lat li 11	-	o	-	+	-	-	-	-	-	-
ISS re 13	+	o	-	-	-	-	-	-	-	-
ISS li 14	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TSS re 15	-	o	o	-	-	-	-	o	-	-
TSS li 16	-	o	o	-	-	o	-	-	o	+
Vert Ü re 17	-	-	-	++	-	-	-	+	-	o
Vert Ü li 18	-	-	-	++	-	-	-	+	-	o
sag Ü re 19	-	-	o	-	o	-	-	o	-	o
sag Ü li 20	o	-	o	-	o	-	-	+	o	-
HCN re 21	-	-	+	-	-	-	-	-	o	-
HCN li 22	-	-	++	-	-	-	-	-	-	-
PN re 23	o	-	o	o	-	-	-	++	-	-
PN li 24	+	-	-	-	-	-	-	++	-	-
Führung re 25	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Führung li 26	-	-	+	-	-	-	-	-	o	o
Nullinie 28	o	-	+	o	-	-	o	o	-	-
Kronen re 29	-	-	o	-	-	-	+	-	-	-
Kronen li 30	o	-	o	o	o	o	+	o	-	-

Bezeichnung der Variablen siehe S. 46

Bezeichnung der Variablen:

Nr. 2 IKP-RKP-Differenz sagittal rechts
Nr. 3 IKP-RKP-Differenz vertikal rechts
Nr. 4 IKP-RKP-Differenz horizontal rechts
Nr. 5 IKP-RKP-Differenz medial rechts
Nr. 6 IKP-RKP-Differenz lateral rechts
Nr. 7 IKP-RKP-Differenz sagittal links
Nr. 8 IKP-RKP-Differenz vertikal links
Nr. 9 IKP-RKP-Differenz horizontal links
Nr. 10 IKP-RKP-Differenz medial links
Nr. 11 IKP-RKP-Differenz lateral links

Nr. 13 induzierte side-shift rechts
Nr. 14 induzierte side-shift links
Nr. 15 gesamte Bennettbewegung rechts
(total side-shift, TSS rechts)
Nr. 16 gesamte Bennettbewegung links
(total side-shift, TSS links)

Nr. 17 vertikaler Überbiß rechts
Nr. 18 vertikaler Überbiß links
Nr. 19 sagittale Stufe rechts
Nr. 20 sagittale Stufe links

Nr. 21 sagittale Kondylenbahnneigung rechts (HCN rechts)
Nr. 22 sagittale Kondylenbahnneigung links (HCN links)
Nr. 23 Palatinalneigung rechts (PN rechts)
Nr. 24 Palatinalneigung links (PN links)
Nr. 25 Führung in der Front rechts
Nr. 26 Führung in der Front links
Nr. 28 Nullinie
Nr. 29 Kronen in der Front rechts
Nr. 30 Kronen in der Front links

5.4. Einzelergebnisse der Faktorenanalyse

Aus der reduzierten Korrelationsmatrix konnten entsprechend ihres prozentualen Anteils über 1,7% zehn Faktoren extrahiert werden. Diese Faktoren bestimmen die Variablen der Datenmatrix in unterschiedlichster Zusammensetzung.
Im folgenden werden den Faktoren die Variablen zugeordnet, die sie bestimmen.

Faktor 4: induzierte side-shift rechts und links und Größe der anterioren Führung rechts und links.

Faktor 3: RKP-IKP-Differenz medial rechts und lateral links, vertikal rechts und links und die gesamte Bennettbewegung rechts und links.

Faktor 15: rechte und linke Gelenkbahnneigung, rechter und linker sagittaler Überbiß, die Nullinie und anteriore Führung rechts.

Faktor 18: vertikaler Überbiß rechts und links, RKP-IKP-Differenz medial rechts, lateral links, vertikal rechts und links, anteriore Führung rechts und die Nullinie.

Faktor 9: RKP-IKP-Differenz medial links, lateral, sagittal und horizontal rechts und rechter und linker sagittaler Überbiß.

Faktor 7: RKP-IKP-Differenz horizontal und sagittal jeweils rechts und links.

Faktor 12: RKP-IKP-Differenz vertikal rechts und links und Kronen in der rechten und linken Front.

Faktor 6: vertikaler und sagittaler Überbiß rechts und links, anteriore Führung rechts und links und Kronen im rechten und linken Oberkieferfrontzahngebiet.

Faktor 13: RKP-IKP-Differenz rechts sagittal und horizontal, links vertikal, linke Führung und rechte Gelenkbahnneigung.

Faktor 26: rechter und linker vertikaler Überbiß, rechter sagittaler Überbiß, RKP-IKP-Differenz vertikal rechts und gesamte Bennettbewegung links.

Der Faktor 4 bestimmt die Variablen der induzierten side-shift (iSS) rechts und links, sowie gleichsinnig die Palatinalneigung (PN) der rechten und linken Seite.

Werte der Faktorenladungen:

iSS	re	+ 0,5911
iSS	li	+ 0,6186
PN	re	+ 0,3119
PN	li	+ 0,5046

Das heißt, eine zunehmende größere induzierte side-shift ist mit einer zunehmend steileren Palatinalneigung verbunden.

Der Faktor 3 bestimmt aus der RKP-IKP-Differenz die Variablen medial rechts und lateral links, sowie gegensinnig die Variablen vertikal rechts und links. Die Variablen der gesamten Bennettbewegung (TSS) rechts und links werden ebenfalls gegensinnig hochgeladen. Damit bestimmt der Faktor 3 nur Variablen, die sich auf das Kiefergelenk beziehen. Eine direkte Beziehung zu anderen Variablen konnte nicht gefunden werden.

Werte der Faktorenladungen

medial	re	- 0,4303
lateral	li	- 0,3605
vertikal	re	+ 0,3759
vertikal	li	+ 0,5288
TSS	re	+ 0,3107
TSS	li	+ 0,2760

Bei abnehmenden Variablen medial rechts und lateral links werden die Variablen vertikal rechts und links, sowie TSS rechts und links größer.

Der Faktor 15 bestimmt die Variablen der Gelenkbahnneigung (HCN) rechts und links und lädt die Variablen des sagittalen Überbisses rechts und links und die Palatinalneigung rechts gleichsinnig hoch. Die Variable der Nullinie wird gegenseitig hochgeladen.

Werte der Faktorenladungen:

HCN re	+ 0,5719
HCN li	+ 0,7401
sagittaler Ü. re	+ 0,297
sagittaler Ü. li	+ 0,3316
Nullinie	- 0,4084
PN re	+ 0,3896

Somit besteht eine direkte Beziehung zwischen Gelenkbahnneigung, sagittalem Überbiß, Palatinalneigung und Nullinie. Bei steiler werdender Gelenkbahnneigung nimmt der sagittale Überbiß zu, die Palatinalneigung wird steiler und eine Übereinstimmung in der Nullinie tritt häufiger auf.

Der Faktor 18 bestimmt sehr deutlich den vertikalen Überbiß rechts und links, wobei die Variablen RKP-IKP medial rechts, lateral links, vertikal rechts und die Nullinie gegensinnig hochgeladen werden. Die Variablen RKP-IKP vertikal links und die Variable "Führung" rechts werden gleichsinnig hochgeladen.

Werte der Faktorenladungen:

vertikaler Ü. re	- 0,7393
vertikaler Ü li	- 0,7295
medial re	+ 0,6396
lateral li	+ 0,5689
vertikal re	+ 0,2117
vertikal li	- 0,3161
"Führung" re	- 0,4665
Nullinie	+ 0,3525

Bei abnehmendem vertikalen Überbiß nimmt die Abweichung nach medial rechts und lateral links zu. Gleichzeitig nimmt die Variable RKP-IKP vertikal rechts zu, die Variable RKP-IKP vertikal links ab. Eine häufigere Abweichung der Unterkieferinzisalkante von der Nullinie der mittleren oberen Schneidezähne ist zu beobachten. Eine "Führung" rechts tritt seltener auf.

Der Faktor 9 lädt die Variablen RKP-IKP medial links und lateral rechts sehr hoch auf. Zusätzlich werden die Variablen RKP-IKP sagittal rechts und horizontal rechts gleichsinnig hochgeladen. Dieser Faktor 9 bestimmt somit das sagittale und seitliche Versetzen des Unterkiefers nach rechts im Sinne einer LIOS nach links (nach Lauritzen). Auffallend ist, daß die Variable sagittaler Überbiß links gegensinnig hochgeladen wird.

Werte der Faktorenladungen:

medial li	+ 0,827
lateral re	+ 0,8344
sagittal re	+ 0,2633
horizontal re	+ 0,2665
sagittaler Ü. re	+ 0,2025
sagittaler Ü. li	- 0,2199

Zu Faktor 7: Bei größer werdenden Werten der Variablen RKP-IKP horizontal rechts und links nehmen die Werte der Variablen RKP-IKP sagittal rechts und links ebenfalls zu. Auf Grund von geometrischen Beziehungen können diese Variablen voneinander abhängig sein.

Werte der Faktorenladungen:

horizontal re	+ 0,4728
horizontal li	+ 0,6116
sagittal re	+ 0,4353
sagittal li	+ 0,5639

Innerhalb dieses Faktors gibt es somit keine direkte Beziehung zu anderen Variablen.

Der Faktor 12 lädt die Variablen "Kronen und Brücken in der Front, rechts und links" hoch, sowie gegensinnig die Variablen RKP-IKP vertikal rechts und links. Innerhalb dieses Faktors könnte man eine direkte Beziehung zwischen Kronen in der Front und der Vertikaldimension im Kiefergelenk herstellen. Vorhandene Kronen in der Front wirken sich im Sinne einer Kiefergelenksdistraktion aus.

Werte der Faktorenladungen:

vertikal re	+ 0,2024
vertikal li	+ 0,3026
Kronen re	- 0,5452
Kronen li	- 0,4305

Durch den Faktor 6 werden die Variablen der Palatinalneigung rechts und links deutlich hochgeladen. Die Variablen, vertikaler Überbiß rechts und links verhalten sich dazu gleichsinnig. Die Variablen sagittaler Überbiß rechts und links, sowie die Variablen Kronen rechts und links werden zu den ersteren gegensinnig hochgeladen.

Werte der Faktorenladungen:

vertikaler Ü. re	- 0,5442
vertikaler Ü. li	- 0,5879
Palatinalneigung re	- 0,6217
Palatinalneigung li	- 0,7542
sagittaler Ü. re	+ 0,2838
sagittaler Ü. li	+ 0,4176
Kronen re	+ 0,1063
Kronen li	+ 0,3533

Bei einer flacher werdenden Palatinalneigung haben wir mit einem kleiner werdenden vertikalen Überbiß zu rechnen, während der sagittale Überbiß zunimmt. Weniger deutlich, jedoch auffällig ist, daß bei Auftreten von Kronen in der Front der sagittale Überbiß zunimmt, wogegen die Palatinalneigung und der vertikale Überbiß abnehmen.

Der Faktor 13 lädt die Variablen RKP-IKP sagittal rechts, horizontal rechts die Variablen sagittaler Überbiß links und Führung links gleichsinnig hoch. Die Variable Gelenkbahnneigung rechts und die Variable RKP-IKP links werden von ihnen gegensinnig hochgeladen.

Werte der Faktorenladungen:

sagittal re	- 0,5933
horizontal re	- 0,6104
sagittaler Ü. li	- 0,2901
Führung li	- 0,4523
vertikal li	+ 0,2173
HCN re	+ 0,2303

Bei kleiner werdender RKP-IKP-Differenz in der Sagittalen rechts und Horizontalen rechts wird die Variable sagittaler Überbiß links ebenfalls kleiner. Die Werte der Vertikaldifferenz links nehmen bei steiler werdender Gelenkbahnneigung rechts zu.

Der Faktor 26 lädt die Variablen vertikaler Überbiß rechts und links, sowie die Variable RKP-IKP vertikal rechts und die Variable TSS links gleichsinnig hoch. Die Variable sagittaler Überbiß rechts wird dazu gegensinnig hochgeladen.

Werte der Faktorenladungen:

vertikaler Ü. re	+ 0,2438
vertikaler Ü. li	+ 0,2372
vertikal re	+ 0,4156
sagittaler Ü. re	- 0,2695
TSS li	+ 0,4763

Bei größer werdendem vertikalen Überbiß haben wir einen kleiner werdenden sagittalen Überbiß rechts und eine grösser werdende Variable vertikal rechts aus der RKP-IKP-Differenz zu erwarten. Die gesamte Bennettbewegung links wird größer, die Lateralbewegung nach rechts wird also nicht eingeschränkt, wenn die Variablen RKP-IKP vertikal rechts gegen Null strebt.

Im Kapitel 4.2.8.4. wurden die direkten Beziehungen der Variablen innerhalb eines Faktors dargestellt. Im folgenden Kapitel sollen die Korrelationen der Faktoren und damit die indirekten Beziehungen der Variablen untereinander beschrieben werden.

5.5. Ergebnisse der Korrelationen der Faktoren

Eine starke positive Korrelation finden wir zwischen den Faktoren 26 und 7. Korrelationskoeffizient $r_{26,7}$ + 0,7094. Somit können wir eine indirekte Beziehung zwischen den sagittalen und horizontalen Variablen des Kiefergelenkes und der Variablen vertikaler Überbiß feststellen. Ein großer vertikaler Überbiß wirkt sich auf eine größere RKP-IKP-Differenz in der Sagittalen aus.

Eine negative Korrelation konnten wir zwischen Faktor 7 und 6 feststellen. Korrelationskoeffizient $r_{7,6}$ - 0,3373. Die Variablen des Faktors 7 verhalten sich gegensinnig zu den Variablen des Faktors 6. Die Variablen sagittal und horizontal der RKP-IKP-Differenz nehmen ab, bei kleiner werdendem vertikalem Überbiß, größer werdender sagittaler Stufe und flacher werdender Palatinalneigung. Zwischen den Faktoren 26 und 6 finden wir eine negative Korrelation. Korrelationskoeffizient $r_{26,6}$ - 0,4406. Bei größer werdendem vertikalen Überbiß ist mit einer steileren Palatinalneigung der Oberkieferschneidezähne zu rechnen.

Faktor 26 korreliert schwach positiv mit Faktor 3. Korrelationskoeffizient $r_{26,3}$ + 0,3378. Eine Verschiebung des Unterkiefers nach medial rechts und lateral links tritt auch dann nicht auf, wenn der vertikale Überbiß rechts und links größer, die Variablen sagittaler Überbiß rechts und vertikal rechts kleiner werden.

Die Faktoren 3 und 7 korrelieren miteinander positiv, beide Faktoren bestimmen nur Variablen der Kiefergelenke. Korrelationskoeffizient $r_{3,7}$ + 0,3927. Bei größer werdenden Variablen sagittal und horizontal der beiden Kiefergelenke nehmen die Variablen TSS rechts und links, sowie die Variablen vertikal rechts und links zu. Die Variablen RKP-IKP medial rechts und lateral links werden kleiner.

Dies unterstützt das Gedankenmodell, daß eine geringe RKP-IKP-Differenz in der Sagittalen als physiologisch anzusehen ist. Gleichzeitig unterstreicht es auch die Problematik der physiologisch richtigen Zuordnung von Unterkiefer zum Oberkiefer.

6. DISKUSSION

In Kapitel 4.1. wurden die Ergebnisse der Messungen mit dem temporomandibulären Relationssystem angegeben. Dabei waren nur bei 8,1 % der Fälle die Abstände beider Kondylen zwischen retraler Kontaktposition und habitueller Interkuspidation gleich Null. Dieser geringe Prozentsatz an Übereinstimmung im Vergleich zum Ergebnis anderer Autoren (siehe Seite:5,6) läßt sich mit der hier angewandten Checkbißmethode erklären. Es zeigt sich, daß die mit der Stützstiftmethode erhaltenen Ergebnisse meist über denen der Checkbißmethode lagen. Im Unterschied zu den Untersuchungen von POSSELT, INGERVALL, FRÖHLICH, ZEIHER, MÜLLER u. a. werteten wir die Abweichungen in allen drei Richtungen des Raumes aus, erfaßten somit auch Drehungen und Kippungen des Unterkiefers in der habituellen Interkuspidationsposition und erhielten dadurch ein differenzierteres Bild.

Daß bei den Probanden häufiger eine linkslaterale Abweichung auftrat als eine rechtslaterale, könnte mit der Rechtshändigkeit des Behandlers erklärt werden. Dies aber wurde durch die angewandte Grifftechnik nach Dawson ausgeschlossen.

Bei sieben Probanden lag die habituelle Interkuspidation einseitig hinter der gefundenen retralen Kontaktposition und bei einem Probanden symmetrisch dahinter. Zum einen könnte dies auf eine protrudierte Zuordnung des Unterkiefers zum Oberkiefer zurückzuführen sein, zum anderen aber darauf, daß in der habituellen Interkuspidationsposition eine Zwangsbißlage bestanden hat.

Deshalb sollte vor jeder größeren Rehabilitation bei pathologischer Bißlage eine Vorbehandlung zur Zentrierung der Kondylen durchgeführt werden. Diese Forderung erhob KÖRBER (30) schon 1971.

Gleichzeitig bedarf die Zuordnung des Unterkiefers zum Oberkiefer einer sehr kritischen Betrachtungsweise. GERBER (11) stellte 1977 fest, daß die Bißnahme die perfideste Dunkelzone der Prothetik ist.

Im Kapitel 4.2.8. wurden die Ergebnisse der Faktorenanalyse dargestellt.

Dabei konnte der Faktor 4 isoliert werden, der einen direkten Zusammenhang zwischen einer zunehmenden induzierten side-shift und einer steiler werdenden Palatinalneigung bestimmt. So haben wir bei einer steiler werdenden Palatinalneigung mit einer größer werdenden side-shift zu rechnen. Dieses Ergebnis unterstreicht die Vorstellungen von KRÜGER, KUBEIN (34, 35, 36), BRODERSON (5), KAHN (24,25) und vor allem CELENZA (6), die auf die traumatisierende Beeinflussung zwischen den anterioren Determinanten und den Molaren bzw. Kiefergelenken hingewiesen haben.

Der Faktor 3 läßt erkennen, daß die gesamte Bennettbewegung nicht eingeschränkt ist, wenn die Kiefergelenke keine seitliche und vertikale Abweichung aufweisen. Auffällig ist, daß in diesem Faktor 3 nur die Variablen RKP-IKP medial, lateral und vertikal hochgeladen werden, während die Variablen RKP-IKP sagittal und horizontal nicht enthalten sind. Eine Erklärung dafür wäre, daß eine eingeschränkte Lateralbewegung (pathologische Kiefergelenks- und Muskelverhältnisse) in den Variablen RKP-IKP medial, lateral und vertikal ihren Ausdruck findet.

Eine direkte Beziehung zwischen den kondylären Grenzbewegungen nach lateral und medial und der Frontzahnführung und -stellung konnte im Gegensatz zu den Thesen von BRODERSON (5) und KAHN u. a. (24, 25) nicht nachgewiesen werden.

Der Faktor 15 zeigt eine direkte Beziehung zwischen Gelenkbahnneigung und sagittalem Überbiß auf (siehe Seite 37). SCHRAIDT-HOFFMANN (56) fand zwischen Frontzahnstufe und Gelenkbahnneigung einen signifikanten Zusammenhang, zwischen Gelenkbahnneigung und vertikalem Überbiß allerdings nur

einen mit statistischer Auffälligkeit. FUHR (9) sieht zwischen Kondylenbahn und den Größen des Frontzahnbereiches einen nur vorgetäuschten Zusammenhang, hervorgerufen durch die gemeinsame Abhängigkeit zur sagittalen Kompensationskurve.

Wir konnten ebenso wie NEVAKARI (48) und SEVERIN (57) keinen Zusammenhang zwischen Gelenkbahnneigung und vertikalem Überbiß feststellen. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, daß zum einen bewußt auf die Einbeziehung der sagittalen Kompensationskurve verzichtet, zum anderen kein eugnathes Probandengut untersucht wurde. Der sagittalen Kompensationskurve wird eine geringe Bedeutung zugemessen, da es sich bei der Ausformung der Kiefer durch Muskelzug um eine sekundäre Erscheinung handelt (KÖRBER, 29).

Die Ergebnisse der Faktorenanalyse zu Faktor 7 lassen darauf schließen, daß er vorwiegend für die RKP-IKP-Differenz in der Sagittalen verantwortlich ist. Aufgrund der starken positiven Korrelation ($r_{26,7}$ + 0,7094) zwischen den Faktoren 26 und 7 ist nicht auszuschließen, daß sich ein größer werdender vertikaler Überbiß und eine kleiner werdende sagittale Stufe ungünstig auf die RKP-IKP-Differenz in der Sagittalen auswirken können. Dies widerspricht dem von HAAGE (15) dargestellten Zusammenhang zwischen großem vertikalem Überbiß und kleiner RKP-IKP-Differenz in der Sagittalen. SLAVICEK (59) weist 1979 auf eine traumatische Fronteckzahnführung hin, wobei die Größe der Differenz zwischen RKP und IKP in der Statistik keine Berücksichtigung finden konnte.

Somit werden die posterioren und anterioren Determinanten immer noch zu wenig aufeinander abgestimmt. Dies bekräftigt auch der Faktor 12,und dieser unterstreicht die These von LONG (42), wonach eine frontale schiefe Ebene langfristig zu einer Kiefergelenksdistraktion nach retrocaudal führen kann. MOTSCH (45) fordert für die Frontzahnbeziehung, die Frontzähne so zu gestalten, daß sie in der retrudierten Kontaktposition minimal außer Kontakt stehen.

Aus den Beziehungen des Faktors 13 kann angenommen werden: Eine geringe RKP-IKP-Differenz in der Sagittalen und Horizontalen wird durch eine steiler werdende Gelenkbahnneigung und kleiner werdender Frontzahnstufe begünstigt. Autoren wie GYSI (14), GERBER (10), KOHNO (32) und SLAVICEK (59) fordern in der prothetischen Rehabilitation, bei steiler Gelenkbahnneigung in der Sagittalen für eine steile Schneidezahnführung zu sorgen.

Den Faktoren 18 und 9 ist ein seitliches Versetzen nach medial rechts bzw. medial links gemeinsam. Dabei wird der Unterkiefer durch den Faktor 18 noch um eine sagittale Achse gedreht. Der vertikale Überbiß wird deutlich kleiner bei entgegengesetztem Vorzeichen der Variablen vertikal in den beiden Kiefergelenken. Die Variable vertikal rechts strebt gegen Null, die Variable vertikal links wird im Sinne einer Distraktion verändert.

Durch den Faktor 9 wird ein seitliches Versetzen des Unterkiefers nach medial links mit einer Rotation nach links um eine vertikale Achse bestimmt. Die Variablen sagittaler Überbiß rechts und links verhalten sich zueinander entgegengesetzt, die Variablen sagittal rechts und horizontal rechts gleichsinnig. Diese beiden Faktoren scheinen für eine asymmetrische Anordnung von Unterkiefer zu Oberkiefer verantwortlich zu sein. Es wäre denkbar, daß sich hinter den Faktoren 18 und 9 Parafunktionsmuster verbergen, die zu diesen Asymmetrien führen.

Es konnten 10 Faktoren aus der Faktorenanalyse extrahiert werden. Davon weisen 4 Korrelationen untereinander auf (s. Seite 42 u.43) . Auf Grund der hohen Faktorenkorrelation könnte der Faktor 26 und 7 auch als ein gemeinsamer Faktor betrachtet werden. Der Faktor 3 zeigt den Zusammenhang zwischen induzierter side-shift und Steilheit der Palatinalneigung auf. Faktor 7 bestimmt relativ unabhängig die Größe der RKP-IKP-Differenz in der Sagittal- und Horizontalebene.

Der Faktor 6 beschreibt die Zusammenhänge der anterioren Determinanten, wie vertikaler Überbiß, sagittale Stufe und Palatinalneigung. Wird die Palatinalneigung flacher, nimmt der vertikale Überbiß ab und die sagittale Stufe zu.

Die Korrelationen der Faktoren 3 und 7 untereinander erlauben, einen Zusammenhang zwischen den Variablen sagittal und horizontal aus der RKP-IKP-Differenz und der gesamten Bennettbewegung abzuleiten. Bei größer werdender RKP-IKP-Differenz in der Sagittal- und Horizontalebene haben wir ebenfalls mit einer größer werdenden gesamten Bennettbewegung zu rechnen. Gleichzeitig scheinen ein zu großer vertikaler Überbiß als auch eine zu große sagittale Stufe bei knappem vertikalem Überbiß und flacher Palatinalneigung Auswirkung auf eine größere RKP-IKP-Differenz in der Sagittal- und Horizontalebene zu haben.

7. ZUSAMMENFASSUNG

An 74 beschwerdefreien Studenten wurde die räumliche Differenz zwischen retraler Kontaktposition und habitueller Interkuspidation untersucht und unter Anwendung der Faktorenanalyse mit weiteren 17 Variablen in Beziehung gebracht. Die hier vorliegenden metrischen Ergebnisse finden wir in der Literatur meist bestätigt. Als Ergebnis der Faktorenanalyse nach der Hauptkomponentenmethode konnten folgende Zusammenhänge aufgezeigt werden.

1. Die Differenz zwischen RKP und IKP, sowie der transversale Bewegungsspielraum in den Kiefergelenken wird durch den extrahierten Faktor 3 bestimmt, d.h. je größer die RKP-IKP-Differenz, umso größer ist der transversale Bewegungsspielraum.

2. Die Differenz zwischen RKP und IKP ist außerdem abhängig von anterioren Determinanten, wie vertikalem Überbiß, sagittaler Stufe und Palatinalneigung der Oberkieferschneidezähne. Ein zu tiefer vertikaler Überbiß und ein knapper vertikaler Überbiß bei großer sagittaler Stufe wirken sich in einer größeren RKP-IKP-Differenz in der Sagittal- und Horizontalebene aus.

3. Bei einer größer werdenden RKP-IKP-Differenz in der Sagittalebene haben wir auch mit einer größeren gesamten Bennettbewegung zu rechnen.

4. Eine steile Gelenkbahnneigung bei kleiner sagittaler Frontzahnstufe, d.h. sofortige Disklusion der Seitenzähne bei Protrusionsbewegung, scheint eine kleine RKP-IKP-Differenz in der Sagittalebene zu begünstigen.

8. LITERATURVERZEICHNIS

1. ASCHER, F.
   Praktische Kieferorthopädie.
   München, Berlin, Wien (1968)

2. BALKWILL, F. H.
   The Best Form and Arrangement of Artificial Teeth for Mastication.
   The Odont. Soc. Great Britain 5 (1866)

3. BENNETT, N. G.
   A Contribution of the Study of the Movements of the Mandible.
   Proc. R. Soc. Med. 1, 79 (1908)

4. BOCK, O.
   Frontzahnführung und Kondylenbahnneigung.
   Fort. Kieferorthop. 39, 212-215 (1978)

5. BRODERSON, P. S.
   Anterior guidance - The key to sucessfull occlusal treatment.
   J. prosth. Dent. 39, 396-400 (1978)

6. CELENZA, V. F.
   Okklusale Morphologie.
   Quintessenz-Verlag Berlin (1981)

7. CELENZA, V. F.
   Okklusion - Der Stand der Wissenschaft
   Quintessenz-Verlag Berlin (1979)

8. FRÖHLICH, F.
   Der Begriff der zentrischen Okklusion.
   Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 77, 926 (1967)

9. FUHR, K.; SCHRAIDT-HOFFMANN
   Untersuchungen artikulationsbestimmender Faktoren in der Protrusion - eine varianzanalytische Auswertung.
   Dtsch. zahnärztl. Z. 32, 910 (1977)

10. GERBER, A.
Kiefergelenk und Zahnokklusion.
Dtsch. zahnärztl. Z. 26, 119-141 (1971)

11. GERBER, A.
Grundsatzreferat zur zahnärztlichen Prothetik 1977.
Quintess. zahnärztl. Lit. 3, 1-14 (1977)

12. GUICHET, N. F.
Gnathology - Every Day Dentistry.
Anaheim, California, p. 19 (1966)

13. GUICHET, N. F.
Procedures for occlusal Treatment.
A Teaching Atlas.
Anaheim, California (1969), Denar Corporation.

14. GYSI, A.
Artikulation in : Handbuch der Zahnheilkunde.
Bel. III hrsg. v. C. Bruhn, A. Kantorowicz und C. Partsch
Bergmann, München (1930)

15. HAAGE, I.
Die Beziehung morphologischer Kieferbefunde zur Okklusion. Eine Varianzanalyse.
Med. Diss. Tübingen (1981)

16. HANAU, R. L.
Articulation, Defined, Analyzed and Formulated.
J. Amer. dent. Ass. 12, 1694-1709 (1926)

17. HEPBURN, Ch.
Der frontale vertikale Überbiß.
Fortschr. d. Kieferorthop. Bd. 30, H. 2 (1969)

18. HORN, R.; VETTER, A.
Untersuchungen zur Differenz zwischen habitueller Interkuspidation und retraler Kontaktposition.
Dtsch. zahnärztl. Z. 31, 295-299 (1976)

19. INGERVALL, B.

Retruded contact position of mandible in the decidous dentition.

Odont. Revy 15, 414 (1964)

20. INGERVALL, B.

Retruded contact position of mandible
A comparsion between children and adults.

Odont. Revy 15, 130 (1964)

21. INGERVALL, B.

Range of sagittal Movement of the Mandibular condyles and inclinations of the condyle path in children and adults.

Acta odont. scand. 30, 67-87 (1972)

22. JÄHNIG, A.; KUBEIN, D.; KRÜGER, W.; STACHNIS, V.

Okklusion und Kiefergelenksdysfunktion - vergleichende pantographische Funktionsuntersuchung am Patienten mit paraokklusalen Löffeln.

Dtsch. zahnärztl. Z. 35, 635-638 (1980)

23. JANKELSON, B.

Functional positions of occlusion.

J. prosth. Dent. 30, 559-560 (1973)

24. KAHN, E. A.

Unbalanced Occlusion in occlusal Rehabilitation.

J. prosth. Dent. 14, 725 (1964)

25. KAHN, E. A.

The importance of cain and anterior tooth positions in occlusion.

J. prosth. Dent. 37, 397-410 (1977)

26. KLEIN, B.

Abhängigkeiten zwischen der Kiefergelenksführung und der Zahnführung.

Med. Diss., Mainz (1977)

27. KOECK, B.
Die initiale Bennettbewegung - Eine Untersuchung mit dem Denar-Artikulator.
Dtsch. zahnärztl. Z. 29, 997-1001 (1974)

28. KOECK, B.
Artikulationslehre - heute.
Dtsch. zahnärztl. Z. 30, 781-788 (1975)

29. KÖRBER, E.
Die Spee'sche Kurve in der zahnärztlichen Prothetik.
Dtsch. zahnärztl Z. 13, 936-946 (1958)

30. KÖRBER, E.
Funktionelle Gebißanalyse und Anwendungsmöglichkeit in der zahnärztlichen Praxis.
Dtsch. zahnärztl. Z., 26, 98 (1971)

31. KÖRBER, E.
Die Kieferrelationsbestimmung.
Der Freie Zahnarzt 25, 4 (1981)

32. KOHNO, Sh.
Kinesiologische Beziehung zwischen der Schneidezahnführung und der Kondylenbahn bei der Vorschubbewegung.
Persönliche Mitteilungen (1981)

33. KRÜGER, W.; KUBEIN, D.; STACHNISS, V.
Okklusale Interferenzen und kondyläre Verlagerungen.
Zahnärztl. Welt 88, 405-409 (1979)

34 KRÜGER, W.; KUBEIN D.
Stellungsabweichungen von der idealen Positionierung der Frontzähne und ihre Konsequenzen.
Zahnärztl. Welt. 87, 8, 390-394 (1978)

35. KRÜGER, W.; KUBEIN, D.
Probleme der Frontzahnführung - Bewegungs- und Kraftmodelle an den palatinalen Konkavitäten der oberen Frontzähne.
Zahnärztl. Welt 87, 8, 382-389 (1978)

36. KRÜGER, W.; KUBEIN, D.

Funktionelle Aspekte der Zahnoberflächen unter besonderer Berücksichtigung der okklusal-funktionellen Gestaltung der Frontzähne.

Zahnärztl. Welt. 87, 8, 378-382 (1978)

37. KUBEIN, D.; KRÜGER, W.

Bruxierbereiche als Ausdruck bestehender Disharmonien zwischen Front-Kiefergelenkführung und Seitenzahnokklusion.

ZWR 87 Jahrg. Nr. 13, 641-644 (1978)

38. KUBEIN, D.; KRÜGER, W.

Funktionelle Betrachtung von Ober- und Unterkieferfrontzahnbereich, sagittaler Stufe und Überbiß.

Zahnärztl. Welt 87, 8, 396-400 (1978)

39. LAURITZEN, A. G.

Atlas of Acclusial Analysis.

Johnson Publicity Co., Colorado (1974)

40. LEE, L. R.

Jaw movements engraved in solid plastic for articulator controls. Part. I.

J. prosth. Dent. 22, 209-224 (1969)

41. LEE, L. R.

Jaw movements engraved in solid plastic for articulator controls. Part II. Transfer-apparates.

J. prosth. Dent. 22, 513-527 (1969)

42. LONG, J. H.

Locating centric relation with a leaf gauge.

J. prosth. Dent. 29, 608 (1973)

43. LUNDEEN, C. H.

Mandibular Movement Recordings and Articulator Adjustments simplified.

Dentl. Clinics of North American 23, 2, 231-241 (1979)

44. LUNDEEN, C. H.; WIRTH, C. G.

Condylar movement patterns engraved in plastic blocks.

J. prosth. Dent. 30, 866-875 (1973)

45. MOTSCH. A.

Funktionsorientierte Einschleiftechnik für das natürliche Gebiß.

Carl Hanser Verlag, München (1978)

46. MÜLLER, M.

Grundlage und Aufbau des Artikulationsproblems in natürlichen und künstlichen Gebissen.

Dr. Werner Klinkhardt Verlag, Leipzig (1925)

47. MÜLLER, T.

Einfluß okklusaler Disharmonien auf die Lage der Kondylen.

Med. Diss., Tübingen (1982)

48. NEVAKARI, K.

Alalevan toiminallinen protruusioliike.

Suom. Hammastääk. Toim. H. 2, 94-120 (1958)

49. PHILLIPPE, J.

Über die Position der Schneidezähne.

Inform. Orthodont. Kieferorthop. 1, 74 (1974)

50. POSSELT, U.

Studies in the mobility of the human mandible.

Acta odont. scand. suppl. 10, 1 (1952)

51. POSSELT, U.; NEVSTEDT, P.

Registrations of the Condyle Path.
Inclination by intraoral wax. Records - its practical Value.

J. prosth. Dent. 11, 43-47 (1961)

52. POSSELT, U.; SKYTTING, B.

Registration of the Condyle Path.
Inclination. Variations using the Gysi technique.

J. prosth. Dent. 10, 243-247 (1960)

53. RAMFJORD, S. P.

Die Voraussetzungen für eine ideale Okklusion.

Dtsch. zahnärztl. Z. 26, 106-113 (1971)

54. SAUER, G.

Bestimmung und kritischer Vergleich zweier Methoden zur Registrierung der sagittalen Unterkieferlage.

Dtsch. zahnärztl. Z. 25, 546 (1970)

55. SCHÖTTL, W.

Das TMR-System, Prä-Therapie als Voraussetzung der Rehabilitation.

Quintessenz-Verlag Berlin (1978)

56. SCHRAIDT-HOFFMANN, R.

Untersuchungen über das Zusammenwirken einiger die Artikulation bestimmender Faktoren.

Diss. Mainz (1975)

57. SEVERIN, B.

Die Grenzbewegungen des Unterkiefers beim Deckbiß.

Med. Diss. Bonn (1976)

58. SIEBERT, G; KLEIN, B.

Klinisch-pantographische Untersuchungen zur "Immediate-side-shift".

Dtsch. zahnärztl. Z., 33 446-449 (1978)

59. SLAVICEK, R.

Die Funktionsanalyse bei fehlender oder gestörter Frontzahnführung.

Fortsch. Kieferorthop. 364-371 (1979)

60. SLAVICEK, R.; LUGNER, P.

Der schädelbezügliche teiladjustierbare Artikulator.

Öst. Z.Stomat., 122-142 (1976)

61. STANDLEE, P. J.; CAPUTO, A. A.; RALPH, P.J.

Stress transfer of the mandible during anterior guidance and group function eccentric movements.

J. prosth. Dent. 41, 1 (1979)

62. STEINHARD, G.

Die Bedeutung der Kiefergelenksforschung für die totale Prothese, insbesondere für die Forderung nach individueller Gelenkbahnregistrierung.

Dtsch. zahnärztl. Z. 11, 853-837 (1956)

63. ÜBERLA, K.

Faktorenanalyse.

Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York (1977)

64. TRAGE, R.

Untersuchungen zur Position des Unterkiefers beim Vollbezahnten.

Dtsch. zahnärztl. Z. 32, 108 (1977)

65. TUPAC, R. G.

Clinical importance of voluntary and induced Bennett movement.

J. prosth. Dent. 40, 4 (1978)

66. WHIP-MIX CORPORATION

Instructions for the use of the Whip-Mix articulator and Quick mount face bow.

Whip-Mix Corporation, 361 Farmington Ave., P.O.B. 17 183 Louisville Ky. 40217

67. ZEIHER, W.

Untersuchungen zur Lage des Unterkiefers bei voll bezahntem Gebiß mit Hilfe einer Graphischen Registriermethode.

Med. Diss. Tübingen (1972)

Anhang

Eigenwerte der reduzierten Korrelationsmatrix

		Anteil der Faktoren in % an der ursprünglichen Korrelationsmatrix		
Alpha (1) = -	0,157600076			
Alpha (2) = -	0,0621803843			
Alpha (3) =	3,14625653	11,65	%	2.
Alpha (4) =	3,91040857	14,48	%	1.
Alpha (5) = -	0,0173905145			
Alpha (6) =	0,952233753	3,52	%	8.
Alpha (7) =	1,64609858	6,09	%	6.
Alpha (8) =	0,0281617415			
Alpha (9) =	1,74216206	6,45	%	5.
Alpha (10) = -	0,0430876992			
Alpha (11) = -	0,207475108			
Alpha (12) =	1,28314241	4,75	%	7.
Alpha (13) =	0,806905552	2,98	%	
Alpha (14) = -	0,136753792			
Alpha (15) =	2,7623221	10,23	%	3.
Alpha (16) = -	2,18812477E-03			
Alpha (17) =	0,0279055475	0,10	%	
Alpha (18) =	2,50326975	9,27	%	4.
Alpha (19) =	0,348829101	1,29	%	
Alpha (20) =	0,150342574	0,55	%	
Alpha (21) =	0,301491548	1,11	%	
Alpha (22) = -	0,10373206			
Alpha (23) =	0,076804088	0,28	%	
Alpha (24) =	0,680976429	2,52	%	9.
Alpha (25) = -	7,95425668E-03			
Alpha (26) =	0,47114909	1,74	%	10.
Alpha (27) = -	0,0989735218			

Faktorenmatrix

Variable										
2	0,1255	0,5591	0,459	-0,5189	0,1263	0,1299	0,1007	-0,1117	-0,1708	-0,0635
3	-0,1041	-0,0249	-0,1327	-0,0809	-0,3623	0,1761	0,4391	-0,031	0,4037	0,1573
4	0,045	0,5976	0,4032	-0,5337	0,0963	0,0829	0,154	-0,1339	-0,1072	-7E-03
5	0,3792	0,2993	-0,6013	0,3711	0,0478	0,3505	6E-04	-0,3101	0,0503	-9E-04
6	-0,6257	-0,0208	0,1498	0,0683	0,5669	0,4077	0,1952	9,6E-03	0,1403	-0,14
7	0,6047	0,5859	0,027	-0,2101	-0,1104	0,2615	-0,0599	0,1584	0,1552	0,0224
8	-0,1997	-0,4055	0,994	-0,2626	-0,3804	0,1554	0,3923	0,2742	0,1589	-0,1057
9	0,5355	0,5733	0,0629	-0,3269	-0,1438	0,2902	-0,0284	0,1514	0,1471	0,0319
10	-0,6212	-0,0185	0,1469	0,0769	0,5701	0,4319	0,1306	0,0113	0,1445	-0,0561
11	0,3842	0,2404	-0,5796	0,4144	-6,8E-03	0,3817	0,029	-0,2413	0,251	-3,2E-03
13	0,2126	-0,0132	-0,2116	0,2607	-0,0628	0,0244	0,4554	0,2532	-0,3053	-4,9E-03
14	0,2361	0,0224	-0,1164	0,2332	-2,8E-03	0,2051	0,4187	0,1974	-0,4211	-0,1371
15	-0,1056	0,2099	0,0986	0,314	-0,0139	-0,1251	0,2293	0,2049	0,0304	0,0668
16	-0,1732	0,3362	0,263	0,1639	-0,0693	-0,2234	0,3253	-0,1334	-0,035	0,3767
17	0,3729	-0,4825	0,6058	0,2658	-0,0911	0,3551	-0,0831	-0,0557	4,7E-03	0,0708
18	0,397	-0,4982	0,5676	0,2219	-0,0544	0,3959	-0,0694	-0,057	-0,0437	0,0769
19	-0,1863	0,4478	0,0475	0,2514	0,2924	-0,011	-0,1419	0,2001	-0,0681	-0,1374
20	-0,2238	0,4049	0,4538	0,4448	-0,2904	-0,1455	0,0959	-0,2865	-0,0483	-0,1482
21	0,1182	0,1507	0,0964	0,4268	0,2316	-0,1379	-0,0271	0,1756	0,2276	0,0749
22	0,1669	0,3796	0,2622	0,4196	0,2474	-0,3433	0,0485	0,1284	0,0888	0,1582
23	0,7098	-0,2346	0,2582	0,1047	0,3052	-0,1535	0,0572	-0,0881	-0,0313	0,0466
24	0,7111	-0,3736	-0,0658	-0,2121	0,4273	-0,0235	0,0786	0,0689	-0,0677	0,1456
25	0,0641	-0,1137	0,4059	-0,0168	-0,1299	0,1522	-0,2177	0,0879	-0,0241	0,0116
26	-0,1163	-0,1975	0,2027	-0,028	-0,0153	-0,0359	0,2811	-0,4861	-0,0921	-0,021
28	-0,153	-0,1925	-0,4713	-0,5692	0,2614	-0,0778	0,0701	-0,1242	-0,1148	0,2082
29	-0,4244	0,0899	-0,0571	-8,7E-03	-0,0961	0,348	-0,1983	0,18	-0,2868	0,2802
30	-0,5699	0,1728	-0,0231	0,1857	-0,2902	0,2615	-0,2773	1,4E-03	-0,1928	0,1814

Matrix der rotierten Faktoren

Variablen										
2	0,0746	-0,0542	-0,089	-0,1528	0,2633	0,4353	-0,0293	-0,1274	-0,5933	-0,0504
3	-0,0412	0,3759	-0,179	0,2117	0,0624	0,4534	0,2024	0,1402	0,0596	0,4156
4	0,0379	8E-04	-0,0803	-0,0472	0,2665	0,4728	-0,0298	-0,0683	-0,6104	0,0182
5	0,0187	-0,4303	0,0279	0,6396	-0,0223	0,0965	-0,0704	0,0429	0,0142	0,0832
6	-0,0382	0,0562	3,1E-03	-0,0266	0,8344	0,0117	-8,3E-03	-0,0115	-0,0512	0,0447
7	-0,013	2,8E-03	0,0583	0,079	- 9E-04	0,5639	-8,1E-03	-0,079	-4,1E-03	1,7E-03
8	0,1412	0,5288	-0,4375	-0,3161	0,0493	0,1707	0,3026	0,1198	0,2173	0,0863
9	-0,0115	0,0437	-0,0401	0,046	0,0291	0,6116	-0,0115	-0,08	-0,058	0,0186
10	-0,0827	4,5E-03	-3,2E-03	-0,426	0,0827	-0,0256	1E-03	2,4E-03	-0,0169	-0,0113
11	0,0668	-0,3605	1,3E-03	0,5689	-0,0505	0,0971	-0,0707	0,0528	0,0745	0,0935
13	0,5911	0,3236	-0,0542	0,084	-0,0665	-0,0264	-0,0331	0,089	0,048	0,0771
14	0,6186	0,1842	-0,1563	-0,0256	0,0235	0,0143	-0,0242	0,0563	-0,0382	-0,0347
15	0,814	0,3107	0,2958	0,0471	0,0303	0,068	9E-03	0,2211	0,0671	0,118
16	0,0669	0,276	0,3204	0,1414	-0,0166	0,3259	-0,1839	0,0542	-0,3939	0,4763
17	0,0581	-0,0602	0,1054	-0,7393	-0,0258	0,1905	0,0311	-0,5442	0,0858	0,2438
18	0,1215	-0,0755	0,0476	-0,7295	5,2E-03	0,1965	-1,5E-03	-0,5879	0,0592	0,2372
19	-0,1036	-0,0501	0,297	0,0972	0,2025	-0,1605	-0,0826	0,2838	0,0695	-0,2695
20	-0,2773	-0,0686	0,3316	-0,447	-0,2199	9,3E-03	0,1495	0,4176	-0,2901	0,0783
21	-0,0807	0,0844	0,5719	0,0297	0,1098	-1,9E-03	0,0408	-3,7E-03	0,2303	0,0569
22	1,1E-03	0,1297	0,7401	0,0435	0,037	0,0756	-0,0395	-4,8E-03	-0,0223	0,1272
23	0,3114	-0,1407	0,3896	-0,2821	0,0151	0,0678	0,1057	-0,6217	-0,1032	0,0989
24	0,5046	-0,0523	0,0794	-0,162	0,1666	0,1018	-0,0336	-0,7543	-0,0162	0,0717
25	-0,1146	3,3E-03	-7,9E-03	-0,4665	-0,0715	0,088	-0,0509	-0,159	0,0685	-2,5E-03
26	0,0723	-0,1452	-0,0862	-0,0438	0,0426	0,0164	0,1371	-0,1367	-0,4523	0,2156
28	0,2223	-0,0414	-0,4084	0,3525	0,1862	-0,049	-0,2188	-0,2277	-0,2269	0,0425
29	1,3E-03	0,1073	-0,3146	-0,0276	0,0228	0,0555	-0,5452	0,1063	0,0285	0,0933
30	-0,2769	-0,0157	-0,2209	0,0542	-0,1568	-0,0487	-0,4305	0,3533	0,0305	0,0767

Korrelationsmatrix der Faktoren

Faktor	4	3	15	18	9	7	12	6	13	26
4	1	0,3844	-0,2217	-0,879	0,1263	0,1007	-0,2275	-0,2975	-0,2487	0,1513
3	0,3844	1	0,0239	-0,18	0,0827	0,3927	-0,0324	0,1328	0,2708	0,3378
15	-0,2217	0,0239	1	0,044	0,0704	-2,8E-03	0,0895	0,1133	0,1081	0,1698
18	-0,0879	-0,18	0,044	1	-1,5E-03	0,0195	-0,0735	0,3141	-0,1565	0,1426
9	0,1263	0,0827	0,0704	-1,5E-03	1	0,2295	0,1372	-0,2532	-0,0717	0,0279
7	0,1007	0,3927	-2,8E-03	0,0195	0,2295	1	-0,1805	-0,3373	-0,2528	0,7094
12	-0,2275	-0,0324	0,0895	-0,0735	0,1372	-0,1805	1	0,3274	0,2003	-0,3985
6	-0,2975	0,1328	-0,1133	0,3141	-0,2532	-0,0073	0,3274	1	0,2571	-0,4406
13	-0,2487	0,2708	0,1081	-0,1565	-0,0717	-0,2528	0,2003	0,2571	1	-0,3092
26	0,1513	0,3378	0,1698	0,1426	0,0279	0,7094	-0,3985	-0,4406	-0,3092	1

Danksagung

Besonderer Dank gilt Herrn Professor Dr. Erich Körber für die Überlassung dieses Themas und seine freundliche Unterstützung.

Herrn Oberarzt Dr. W. B. Freesmeyer danke ich ganz herzlich für seine sehr gute Betreuung und die vielen wertvollen Anregungen während der Durchführung der Arbeit.

Für die Unterstützung bei der Datenverarbeitung danke ich Herrn A. Luckenbach und Herrn M. Tobien.

Lebenslauf

Am 29. März 1948 wurde ich, Herbert Dieter, als Sohn des Dr. med. Adolf Dieter und dessen Ehefrau Gertrud Dieter, geborene Maurer in Bodelshausen geboren.

Nach dem Besuch der Grundschule von 1954 bis 1959 wechselte ich zum 7. April 1959 auf das Kepler-Gymnasium in Tübingen über. Dort legte ich am 12. Juni 1968 die Reifeprüfung ab.

An der Universität Tübingen begann ich zunächst das Studium der Biologie und bestand am 26. April 1971 die naturwissenschaftliche Vorprüfung zur Diplomprüfung.

Zum Winter-Semester 1972/73 erhielt ich die Zulassung zum Studium der Zahnmedizin an der Universität Freiburg. Am 20. Sept. 1973 legte ich die naturwissenschaftliche Vorprüfung und am 18. März 1975 die zahnärztliche Vorprüfung ab. Die zahnärztliche Prüfung bestand ich am 20. Dez. 1977.

Von April 1978 bis Aug. 1979 war ich als Assistentszahnarzt in einer freien Praxis in Hechingen tätig.

Am 1. Sept. 1979 erfolgte die Einberufung zur Bundeswehr. Dort leistete ich als Stabsarzt bis zum 30. Nov. 1980 meinen Wehrdienst ab.

Von März bis August 1981 war ich in einer Zahnarztpraxis beschäftigt.

Seit dem 1. Okt. 1981 arbeite ich als wissenschaftlicher Angestellter an der prothetischen Abteilung am Zentrum für Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde in Tübingen.

Am 6. Dez. 1974 heiratete ich Silvia Dieter, geborene Schirmer. Seit dem 28. August 1982 haben wir einen Sohn Christoph.